This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

**Usage guidelines**

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

**About Google Book Search**

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

**Über dieses Buch**

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

**Nutzungsrichtlinien**

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

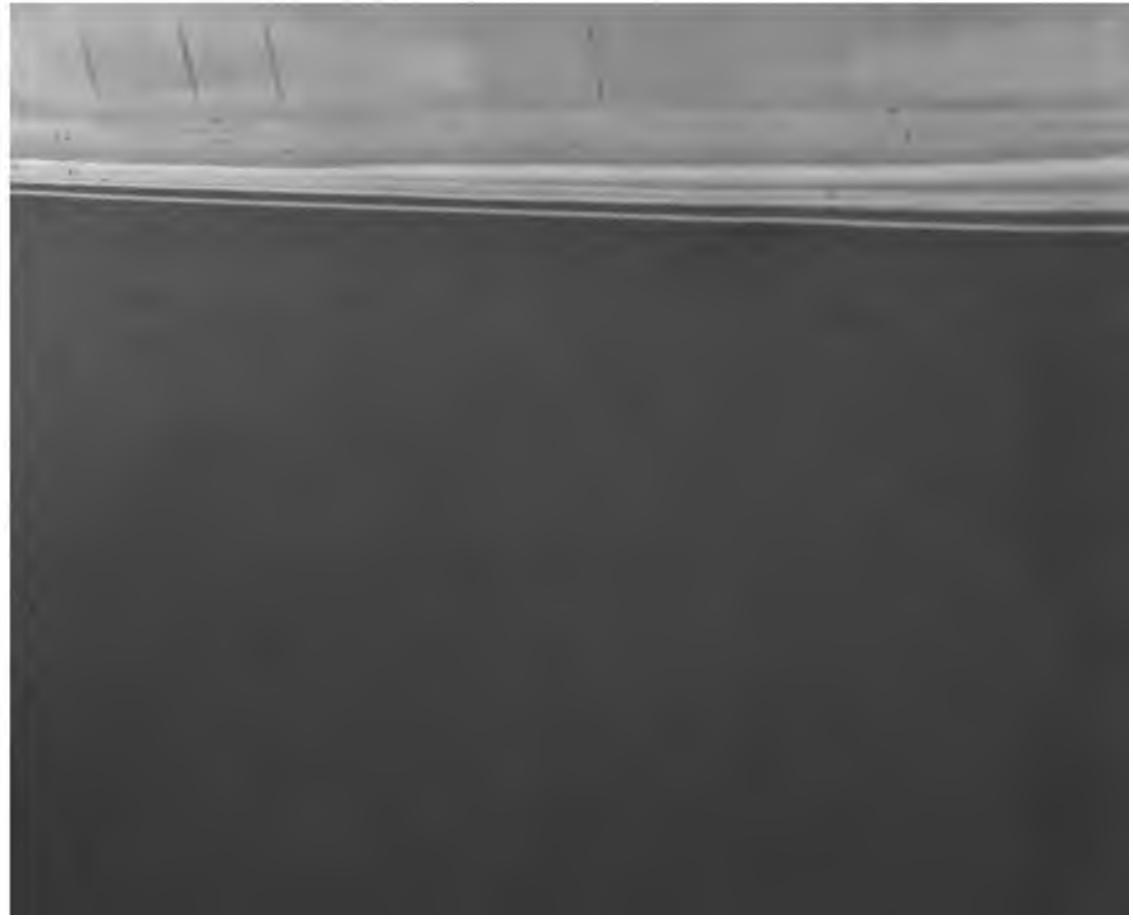
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

**Über Google Buchsuche**

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06272762 7



208908

Die

# chemische Technologie

der

# Brennstoffe

Von

Dr. Ferdinand Fischer

Professor an der Universität in Göttingen

Mit 370 eingedruckten Abbildungen

II.

## Preßkohlen, Kokerei, Wassergas, Mischgas, Generatorgas, Gasfeuerungen

(Zugleich als 60. Lieferung von Bolley-Engler's Handbuch der chemischen Technologie)

Braunschweig

Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn

1901

# Ankündigung.

Der hiermit vorliegende zweite Theil der chemiſchen Technologie der Brennſtoffe behandelt die Verarbeitung der Mineralkohlen.

Eingehend wird die Herſtellung von Briketts aus Braunkohlen und Steinkohlen beſprochen. Große Fortſchritte ſind zu verzeichnen in der Kokerei, beſonders in der Verwerthung der Gaſe zur Gewinnung von Ammoniak und Benzol. Das Waſſergas hat nicht die großen Erwartungen erfüllt, mit welchen daſſelbe anfangs begrüßt wurde. Beachtenswerth iſt beſonders die dadurch mögliche theilweiſe Entlaſtung großer Gasanſtalten. Weit wichtiger iſt das Miſchgasverfahren, beſonders für den Betrieb von Gaskraftmaſchinen, welche berufen erſcheinen, die Dampfmaſchinen zu erſetzen. Die Herſtellung von Generatorgas und die Gasfeuerungen ſind ihrer Wichtigkeit entſprechend ebenfalls ausführlich beſprochen.

Ueberall wurde auch die wiſſenſchaftliche Seite dieſer Fragen eingehend berückſichtigt, da ohne dieſe ein gedeihlicher Fortſchritt nicht erreichbar iſt.

Bei der großen Wichtigkeit des Gegenſtandes für die Entwickelung der deutſchen Induſtrie verdient dieſes Buch die weitgehendſte Beachtung aller dafür intereſſirten Kreiſe.

Braunſchweig, im April 1901.

Friedrich Vieweg und Sohn.

Die

# chemiſche Technologie

der

# Brennſtoffe

---

II.

**Preßkohlen, Kokerei, Waſſergas, Miſchgas, Generatorgas, Gasfeuerungen**

Abbildungen

aus dem xylographischen Atelier

von Friedrich Vieweg und Sohn

in Braunschweig

Die

# chemische Technologie

der

# Brennstoffe

Von

Dr. Ferdinand Fischer

Professor an der Universität in Göttingen

---

## II.

## Preßkohlen, Kokerei, Wassergas, Mischgas, Generatorgas, Gasfeuerungen

Mit 370 in den Text eingedruckten Abbildungen

---

Braunschweig

Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn

1901

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
208908
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.
R 1901 L.

Alle Rechte, namentlich dasjenige der Ueberſetzung in fremde Sprachen, vorbehalten

NEW YORK
PUBLIC
LIBRARY

# Vorwort.

Der gewaltig gesteigerte Verbrauch an Brennstoffen, welcher zu einer wesentlichen Steigerung der Kohlenpreise, ja selbst zu einer „Kohlennoth" geführt hat[1]), macht eine bessere Ausnutzung der Brennstoffe immer nothwendiger. Für minderwerthige Braunkohlen ist die Herstellung der Naßpreßsteine (S. 1), besonders aber der Briketts (S. 3 bis 38), dann die Verwendung für Gaserzeuger (S. 310) als Fortschritt zu begrüßen. Dasselbe gilt von der Verarbeitung von Steinkohlenklein mit Bindemitteln zu Briketts (S. 39 bis 60). Große Fortschritte sind ferner zu verzeichnen in der Kokerei (S. 61), besonders in der Verwerthung der Gase zur Gewinnung von Ammoniak und Benzol (S. 95 bis 151).

Wassergas hat nicht die großen Erwartungen erfüllt, mit welchen dasselbe anfangs begrüßt wurde. Beachtenswerth ist besonders die dadurch mögliche theilweise Entlastung großer Gasanstalten (S. 220) und das Verfahren Pintsch (S. 230), während die Ansichten über Dellwik (S. 233) noch getheilt sind.

Weit wichtiger ist das Mischgasverfahren (S. 252 bis 273), besonders für den Betrieb von Gaskraftmaschinen, welche berufen erscheinen, die meisten Dampfmaschinen und Dampfkessel mit den qualmenden Schornsteinen zu ersetzen. Selbstverständlich sind manche der S. 290

[1]) Ausführlich in F. Fischer: Die Brennstoffe Deutschlands und der übrigen Kohlen liefernden Staaten und die „Kohlennoth". (Braunschweig, Fr. Vieweg u. Sohn.)

bis 306 beschriebenen Gaserzeuger auch für die Herstellung von Mischgas geeignet.

Die Herstellung von Generatorgas und die Gasfeuerungen sind ihrer Wichtigkeit entsprechend ebenfalls ausführlich besprochen.

Ueberall wurde auch die wissenschaftliche Seite dieser Fragen eingehend berücksichtigt, da ohne diese ein gedeihlicher Fortschritt nicht erreichbar ist.

Göttingen, im März 1901.

Der Verfasser.

# Inhalt.

## Preßkohlen.


Seite

1. Preßkohlen aus Braunkohlen . . . . . 2
   Braunkohlentrockenöfen . . . . . 5
      1. Feueröfen . . . . . 5
      2. Heißluftöfen . . . . . 10
      3. Dampföfen . . . . . 14
   Braunkohlenpressen . . . . . 30
   Rentabilitätsrechnung einer Brikettfabrik . . . . . 36
2. Preßkohlen aus Steinkohlen . . . . . 39
   Bindemittel . . . . . 40
   Wärmofen . . . . . 47
   Preßmaschinen . . . . . 49
   Geformte Brennstoffe . . . . . 58


## Kokerei.


Bienenkorböfen . . . . . 61
Stehende Koksöfen . . . . . 67
Liegende Koksöfen . . . . . 84
Gewinnung der Nebenproducte . . . . . 95
Benzolwäscher . . . . . 138, 148, 159
Ammoniakgewinnung . . . . . 145, 190
Kokereichemie . . . . . 151
Kokserzeugung . . . . . 157
Koksofengase . . . . . 165
Kokstheere . . . . . 167


## Entgasung der Steinkohlen.


Lagerung der Steinkohlen . . . . . 170
Entgasungsproducte . . . . . 175
Ammoniakbildung . . . . . 190


## Vergasung der Kohlen.


Vergasung des Kohlenstoffs durch Sauerstoff . . . . . 195
Dissociation von Wasser und Kohlensäure . . . . . 196
Vergasung durch Wasserdampf . . . . . 201
Vergasung durch Kohlensäure . . . . . 205

## Wassergas.

Seite
Wassergas mittelst Retorten . . . . . 208
Wassergas mittelst Schachtöfen . . . . . 210
Wassergasgefahren . . . . . 244
Wassergasverwendung . . . . . 249

## Mischgas.

Mischgas nach Dowson u. A. . . . . 252
Mischgasanalysen . . . . . 255, 261
Mischgastheorie . . . . . 270

## Generatorgas.

Theorie der Generatorgasbildung . . . . . 274
Generatorgas mit Kohlensäure . . . . . 280
Generatoren für Kohlen . . . . . 284
Generatoren für Torf und Holz . . . . . 311
Generatorschlacke . . . . . 321

## Generatorgasfeuerungen.

Gasfeuerung . . . . . 323
Wärmespeicher und Wärmesparer . . . . . 326
Gasfeuerungsanlagen . . . . . 337, 351
Theorie derselben . . . . . 347
Betriebsaufsicht . . . . . 374

Alphabetisches Register . . . . . 377

# Preßkohlen.

Da die Braunkohlengruben meist nur 15 bis 25 Proc. Stückkohlen liefern, die Feinkohle aber als minderwerthiger Brennstoff nur für die nächste Umgebung der Grube in Frage kommt, daher größtentheils in der Grube zurückgelassen oder auf die Halde geworfen werden mußte, so mischte man schon von Alters her, besonders in der Provinz Sachsen, einen Theil dieser abfallenden Klarkohlen mit Wasser, zuweilen auch unter Zusatz von etwas Lehm, und formte mit der Hand zu ziegelsteinähnlichen Stücken (Braunkohlenziegel) oder in der Rheinprovinz zu blumentopfähnlichen, sogen. „Klüten“ [1]). Allmählich ging man zum Maschinenbetrieb über und stellte Naßpreßsteine her.

Zur Herstellung der Naßpreßsteine werden stückreichere Kohlen mittelst eines Brech- und Grobwalzwerkes zerkleinert. Eine feste Beschaffenheit der Kohlen kann drei Walzwerke erfordern. Mittelst Hebewerkes (Elevators) gelangt die zerkleinerte Kohle in den Maischapparat, einen 3 bis 4 m langen Eisenblechtrog, in welchem eine mit vielen schmalen Messern versehene Welle läuft, welche in Gemeinschaft mit den am Maischtroge festsitzenden Gegenmessern die Kohle mischt, bearbeitet und deren gleichmäßige Durchfeuchtung mit dem durch Brausen zugeführten Wasser [2]) bewirkt. Dann folgt das Pressen der Masse in Pressen, bestehend aus einem gußeisernen, im hinteren Theile cylindrisch geformten, nach vorn kegelförmig zulaufenden Körper, in dessen Inneren eine Welle mit schneckenförmigen Flügeln das Kohlenklein ununterbrochen nach dem Mundstücke schafft. Letzteres besteht aus einer doppelwandigen Hülse aus Bronze oder Kupfer, mit Dampf geheizt, von der äußeren Gestalt des Steines und entläßt einen sich ununterbrochen fortbewegenden Kohlenstrang, welcher auf den Abschneideapparat tritt, bestehend aus einem festen Untergestell und einem mit der Schneidevorrichtung versehenen beweglichen Wagen [3]). Auf diesem sind Backen angebracht, welche den Strang während seiner Vorwärtsbewegung festklemmen, während mehrere zum Zerschneiden dienende Stahldrähte rechtwinkelig zur Bewegungsrichtung den Strang in gleich große Steine zerschneiden. Die fertig gepreßten Steine werden in Gestellwagen nach Trockenschuppen gefahren und auf Lattengerüsten je nach der Witterung in einigen Tagen bis drei Wochen getrocknet, wobei sie um 3 bis 8 Proc. schwinden.

[1]) Vgl. Fritzsche: Die Brennstoffe 1843, 102; Fischer's Jahresber. 1894, 15. — [2]) Vgl. D. R.-P. Nr. 38452. — [3]) Vgl. Bd. 1, S. 450; Fischer's Jahresber. 1887, 6; 1890, 27.

Wiederholt wurde versucht, diese Naßpreßsteine künstlich zu trocknen. S empfahl C. Schmeißer (D. R.-P. Nr. 18820) einen sogen. Canalofen Bechstein (D. R.-P. Nr. 39499) in Zellen getheilte Kasten. Wegen de vermehrten Kosten hat aber diese künstliche Trocknung sehr wenig Eingan gefunden. Diese Naßpreßsteine, welche zwar noch in sehr großen Menge hergestellt werden, sind aber noch unvollkommen, indem sie, an der Luft g trocknet, noch bis zu 40 Proc. Wasser enthalten, ferner so geringe Festigke haben, daß sie leicht zerbröckeln und daher nicht für den weiteren Transpo geeignet sind.

Da somit auch durch diese Naßpreßsteine nur ein Theil der Klarkohle verwerthet werden konnte, führten die Versuche von Exter (Bd. 1, S. 446 getrockneten Torf zu pressen, dazu, auch die Braunkohle zu trocknen und er dann zu pressen, zu „brikettiren“ [1]).

Der erste Versuch, die Braunkohlen zu trocknen und zu preßen, wurde 1858 von Ingenieur Friedrich auf der Grube v. d. Heydt bei Halle a. S gemacht [2]) und bis zum Jahre 1863 ohne nennenswerthe Erfolge fortgesetzt. Ein zweiter Versuch 1860 von Baldamus in Gerlebogk auf einer Grube bei Förderstedt hatte keinen besseren Erfolg. Bei diesen Versuchen hatte sich herausgestellt, daß der Schwerpunkt nicht sowohl im Preßen, sondern hauptsächlich in der Art des Trocknens der Kohlen lag; man wandte sich deshalb der Vervollkommnung der Trockenvorrichtungen zu. Seit 1863 sind die Versuche in dieser Richtung fortgesetzt worden. Große Verdienste hierbei haben sich der verstorbene Ingenieur Jacobi in Zeitz, die Zeitzer Eisengießerei und Maschinenfabrik und namentlich Riedeck in Halle erworben. Letzterer besonders dadurch daß er nicht allein die Fabrikation der Braunkohlenbriketts durchführte, sondern auch keine Opfer scheute, diesem neuen Erzeugniß, dem gegenüber das Publicum sich lange Zeit ablehnend verhielt, einen ausgedehnten Absatz zu verschaffen [3])

Das zur Herstellung von Darrsteinen erforderliche Trocknen der Braunkohlen erhöht zugleich den Werth der Braunkohle, da ihr das Wasser bis auf 13 bis 20 Proc. entzogen wird. — Nach der Trocknung wird die warme Kohle mit einem Drucke von 1000 bis 1300 Atm. gepreßt; hierbei erhitzt sich das durch das Trocknen bloß bereits verbrannte Bitumen bis zum Schmelzpunkt und verbindet die einzelnen Kohlentheilchen zu einer festen Masse.

[1]) „La briquette“ hieß ursprünglich nur ein aus Torfmull hergestellter, von Paris aus in den Handel gebrachter künstlicher Brennstoff. Die Benennungen charbons agglomérés, boulets agglomérés oder auch kurz agglomérés in Frankreich, briquettes de charbon in Belgien, patent fuel compressed fuel in England und Nordamerika, Kohlensteine oder Kohlenpreßsteine in Deutschland gelten in engerem Sinne nur für Preßsteine aus Steinkohle, während unter combustibles artificiels agglomérés und artificial fuel künstliche gepreßte Brennstoffe aller Art zu verstehen sind. Die in Deutschland gebräuchlichen Namen Preßsteine, auch Preßsteinkohlen und Darrsteine oder Darrsteinkohlen gelten nur für die gepreßten Braunkohlen vgl. E. Preußig, Preßsteinkohlenindustrie, Freiberg 1887. — [2]) Vgl. Wagner Jahresber. 1859, 129; 1860, 156; 1870, 757. — [3]) Vgl. Fischer's Jahresber. 1867, 4.

Uebrigens scheint es bei der Brikettirfähigkeit einer Kohle weniger auf die Menge, als vielmehr auf die chemische Zusammensetzung des in derselben enthaltenen Bitumens, vielleicht auf das Mengenverhältniß zwischen leichten und schweren Kohlenwasserstoffen anzukommen. Es ist z. B. beachtenswerth, daß Versuche, die stark bituminöse böhmische Braunkohle, sobald sie einige Zeit gelagert hat, zu verpressen, mißlungen sind; nur mit frisch geförderter Gruskohle soll man ein zufriedenstellendes Resultat erzielt haben.

Ein höherer Gehalt an Schwefelkies, namentlich in feinerer Zertheilung, macht die Kohle wenig geeignet zum Brikettiren, da die Zersetzung desselben während des Trocknens leicht Brände und Explosionen verursacht. Auch ein Sandgehalt ist schädlich, indem aus sandiger Kohle schwer haltbare Steine hergestellt werden können und außerdem die Preßformen einer starken Abnutzung unterliegen. Bezüglich der Form der Kohle ist zu beachten, daß sich feine Knorpel am besten trocknen und verpressen lassen, schmierige, mulmige Massen schwerer zu trocknen sind und dann viel lästigen Staub geben, und daß faserige, holzige Theile nur bis zu sehr geringer Größe und Härte eine zweckmäßige Verarbeitung gestatten. Größere Knorpel und Lignitstückchen sind ungeeignet und bedürfen daher einer vorherigen Zerkleinerung, wenn man es nicht überhaupt vorzieht, dieselben mittelst Sortirvorrichtungen auszuhalten und zu anderen Zwecken zu verwenden.

Der erste Theil der Fabrikation, die Vorarbeiten, fälschlich „Kohlenaufbereitungsdienst“ genannt, dienen dazu, die Kohlen zu einer gleichartigen, möglichst feinkörnigen Masse zu verarbeiten. Hierbei ist darauf zu sehen, daß nicht eine zu weit gehende Zerkleinerung stattfindet und auch keine zu großen Stücke in der zu trocknenden Kohle enthalten sind, weil dadurch die Trocknung erschwert wird. Die Kohlen werden aus den Hunden in einen nach unten sich verengenden Sammelraum gestürzt, unter welchem ein Rüttelsieb angebracht ist. Auf dem Boden des Sammelraumes ist entweder eine Transportschnecke angebracht, oder der Boden wird durch eine Walze gebildet. Im ersten Falle wird die Kohle durch die Schnecke, im zweiten durch die Walze, welche sich langsam dreht und auf ihrem Umfange mit Rippen (Mitnehmern) versehen ist, durch Oeffnungen auf das Sieb befördert. Da bei den Schnecken häufiger Verstopfungen des Sammelraumes vorkommen, als bei den Walzen, so stehen letztere mehr im Gebrauch.

Das verwendete Sieb ist gewöhnlich ein rechteckiger, schmiedeiserner Rahmen, dessen Boden aus zwei Drahtgeflechten von verschiedener Maschenweite besteht. Die Größe des Siebes bestimmt sich nach den zu verarbeitenden Mengen, die Weite der Maschen nach den Korngrößen, welche gesondert werden sollen. Wo größere Mengen zu verarbeiten sind, werden auch mehrere Siebe angelegt. Die üblichen Maße für das Sieb sind 2 bis 3 m Länge und 0,50 bis 0,65 m Breite, für die Maschenweite 10 bis 15 mm und 30 bis 50 mm. Das Sieb liegt geneigt und ist an seinem unteren Ende an zwei Bandeisen, welche gespannt sind und daher federn, aufgehangen, an seinem oberen Ende aber auf einer Kurbelwelle aufgelagert. Diese wird durch eine maschinelle Vorrichtung bewegt und macht 300 bis 350 Min.-Umdr. In Folge dessen

macht das Sieb zugleich eine auf- und abhüpfende und eine vor- und rückwärts gehende Bewegung, so daß die Kohlen sprungartig darüber hinweg bewegt werden. Die feineren Kohlen, welche durch die oberen engeren Maschen fallen, gehen ohne Weiteres zu den Trockenvorrichtungen; die hierfür noch zu großen knorpeligen, durch das untere weitere Sieb gefallenen Stücke werden mittelst eines unter dem Siebe angebrachten Quetschwerkes mit zwei Hartgußwalzen zerkleinert. Die noch größeren auf dem Siebe verbleibenden Knorpel und Stücke fallen am unteren Ende des Siebes in einen Sammelraum, um dann zur Verladung oder zu den Kesselfeuerungen zu gelangen. Die durch das Quetschwerk zerkleinerten und die zuerst ausgesiebten kleinen Kohlen fallen durch eine Rinne einem Becherwerk zu, welches sie in einem Behälter auf dem Kohlenboden abgiebt. Hat man es mit lignithaltiger Kohle zu thun, so wird gewöhnlich die gehobene Feinkohle noch über ein Sieb geführt, um die größeren Lignitstücke auszuhalten, welche das Trocknen und das Pressen beeinträchtigen und in den Apparaten leicht Feuer verursachen. — Der Kohlenboden über den Trockenvorrichtungen dient dazu, die zur Trocknung gelangenden Kohlen anzusammeln; denn das Trocknen muß, um hohe Leistungen zu erzielen, ununterbrochen geführt werden, bei Tag und Nacht, an Sonn- und Feiertagen.

Es folgt das Trocknen der Kohle. Während R. A. Schultz[1]) noch anführt, daß es bei Verarbeitung der Braunkohle zu Trockenpreßsteinen zunächst darauf ankommt, aus derselben so viel wie möglich alle Feuchtigkeit zu entfernen, weil diese die Festigkeit und den Zusammenhalt der Steine im stärksten Maße beeinträchtige, so bemerkt schon G. Franke[2]), daß es eine gewisse Grenze giebt, bis zu welcher die Abtrocknung der Kohle zweckmäßig getrieben werden darf, über welche hinaus dieselbe aber schädlich wirkt, indem die aus zu scharf getrockneter Kohle hergestellten Briketts nur geringe Festigkeit zeigen und leicht zerbröckeln. Diese Grenze ist je nach der Beschaffenheit der Braunkohle sehr verschieden; sie schwankt nach Franke ungefähr zwischen 5 bis 15 Proc., nach Johanni[3]) zwischen 15 bis 20 Proc., nach Vollert[4]) zwischen 16 bis 20 Proc. Nässegehalt und dürfte nach Franke die Annahme nicht ungerechtfertigt sein, daß dieser Rest von Wasser chemisch an die Kohle gebunden ist. Ob dieses Wasser wirklich Constitutionswasser ist[5]) oder ob beim vollständigen Trocknen die Kohlensubstanz selbst bezw. das Bitumen, vielleicht durch Oxydation, verändert wird, ist noch nicht festgestellt; man weiß nur, daß eine bitumenreichere Kohle einen geringeren, eine ärmere aber einen höheren Wassergehalt nöthig hat. Welche Wassermengen durch die Trocknung zu verdampfen sind, folgt daraus, daß z. B. in der Froser Brikettfabrik täglich aus 3500 hl Kohle 1750 hk[6]) Briketts hergestellt werden. Die Kohle hat 50 Proc., die Briketts 15 Proc. Wasser; es sind mithin über 840 hk täglich zu verdampfen. — Im Allgemeinen gilt für die Trocknung die Regel, daß ein geringerer Bitumengehalt eine höhere, ein größerer eine niedrigere Temperatur verlangt. Blähende und klebrige Kohle verursacht Verstopfungen und braucht daher mehr Luft, aber

[1]) Zeitschr. f. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 24, 234. — [2]) Ebenda 33, 131. — [3]) Fischer's Jahresber. 1887, 5. — [4]) Ebenda 1890, 27. — [5]) Berg- u. hüttenm. Ztg. 1889, 370. — [6]) hk = Hektokilogr. = 100 k.

wenig Wärme zu haben. Körnige Kohle kann viel heiße Luft vertragen, staubige und schwefelkieshaltige aber nur wenige; bei letzterer ist bei zu hoher Temperatur eine Entzündung der Kohle zu befürchten. Bei geringem Bitumengehalt dieser Kohle ist aber wieder eine höhere Temperatur erforderlich. Gewisse Kohlen müssen vor dem Pressen abgekühlt werden, damit sie nicht kleben oder sich entzünden.

Man unterscheidet im Allgemeinen:

1. Feueröfen, bei denen die Kohlen mit Feuergasen getrocknet werden;
2. Heißluft- oder Windöfen, und
3. Dampföfen.

**Feueröfen.** Die Muldenöfen von Riebeck sind nicht mehr im Gebrauch; auch die verbesserte Form[1]) derselben ist wieder verlassen. Die Feuertelleröfen[2]) sind zuerst von Riebeck anfangs der siebziger Jahre angewendet und noch auf den Riebeck'schen Montanwerken im Gebrauch. Der Feuertelleröfen enthält 12 bis 17 über einander angeordnete runde, gußeiserne, an eisernen Säulen *T* (Fig. 1 u. 2 a. f. S.) befestigte Teller *a* und *b* von etwa 4 m Durchmesser. Eine in der Mitte der Platte stehende Welle, welche beim Betriebe umläuft, trägt über jedem Teller zwei mit schräg gestellten Blechschaufeln versehene Rührarme *g*. Bei der Umdrehung der Welle *D* wird die Kohle mittelst der Schaufeln bewegt und umgewendet und in dieser Weise über die Teller geführt. Die Stellung der Schaufeln ist eine solche, daß auf dem einen Teller *b* die Kohlen von innen nach außen, auf dem folgenden von außen nach innen bewegt werden. Die Kohlen fallen durch angebrachte Ausschnitte von einem Teller zum anderen, so daß bei den Tellern, auf welchen die Schaufeln nach außen schieben, der Abfall an den Rändern, auf den anderen Tellern aber mehr in der Mitte erfolgt. Vom letzten Teller fällt die Kohle mittelst eines Abfallrohres in den Sammelraum. Die Teller stehen in einem außen viereckigen gemauerten Ofen mit vorgebautem Rost, dessen Feuergase durch einen Canal oben in den Ofen eintreten, nach unten gehend über die Teller und die darauf liegenden Kohlen hinwegstreichen und mit den Wasserdämpfen unten zum Schornstein abziehen. — Die gleichmäßige Zuführung der Kohlen geschieht neuerdings mittelst der Vorrichtung von Rowold (vgl. S. 9) oder von L. Göderitz (D. R.-P. Nr. 32197), bei welcher über dem oberen Teller eine eiserne Scheibe mit Abstreicher angebracht ist[3]).

Bei den älteren Ofenconstructionen war die Feuerung nach dem Gegenstromprincip so eingerichtet, daß die Heizgase an mehreren Stellen am Boden des Ofens eingeleitet und unter der Decke abgeführt wurden. Dabei kamen aber, gleichwie bei den alten Muldenöfen, die eintretenden heißesten Feuergase gerade mit der schon getrockneten und warmen Kohle in Berührung, während die abgekühlten abziehenden Gase die noch feuchte und kalte Kohle passirten. In Folge dieser Einrichtung wurde die den Oefen mit directer Feuerung ohnehin anhaftende Gefahr der Entzündung der Kohle und Entstehung von Explosionen

[1]) Zeitschr. für Berg-, Hütten- u. Salinenw. 33, *143. — [2]) Fischer's Jahresber. 1883, *1210; 1885, *1214; 1887, *7. — [3]) Ebenda 1885, *1215.

noch wesentlich vergrößert. Bei neueren Einrichtungen werden die Feuergase in der Höhe des zweiten und dritten Tellers (von oben gerechnet) in den Ofen

Fig. 2.

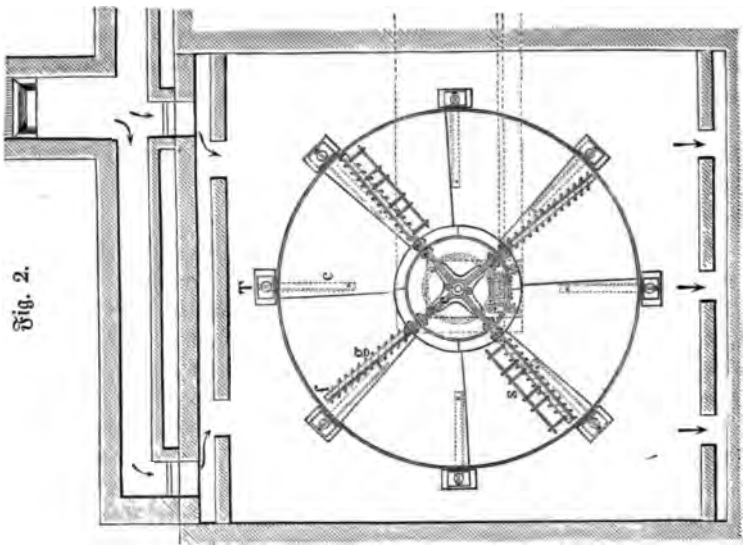
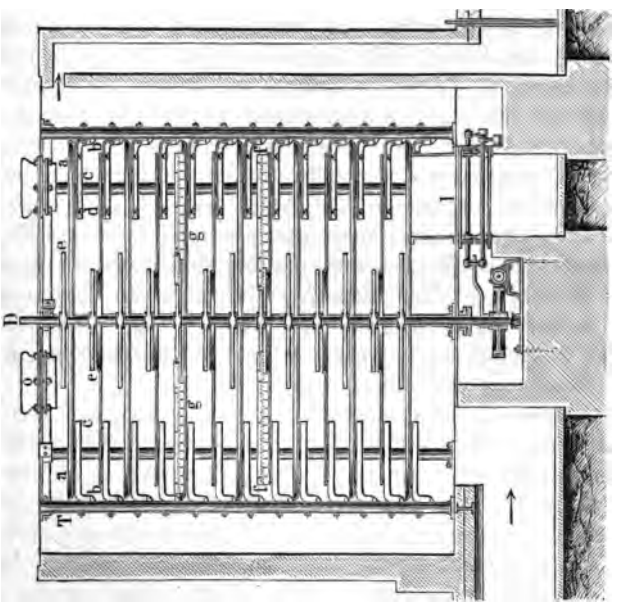


Fig. 1.



eingeführt und an der entgegengesetzten Seite durch eine Oeffnung im Boden oder unmittelbar über demselben nach der Esse zu abgeleitet.

Man findet zwei Feuerungssysteme in Anwendung. Das eine (seltenere) besteht darin, daß mehrere neben einander gebaute Oefen von einer einzigen,

gemeinsamen Feuerung aus die benöthigten Gasmengen erhalten, während bei dem anderen (weit häufigeren) Systeme jeder einzelne Ofen seine besondere Feuerung hat. Das erstere hat den Vortheil, daß sich Ungleichheiten im Feuern weniger leicht in der Trocknung der Kohle bemerkbar machen, hingegen ist die Feuerung schwieriger zu regeln, wenn einer dieser Oefen außer Betrieb gesetzt wird. Dies tritt indeß bei aufmerksamer Wartung kaum ein, weil man die erforderliche periodische Reinigung von Kohlenstaub und Asche an allen Oefen gleichzeitig vornimmt. Dennoch giebt man dem Systeme der Einzelfeuerung entschieden den Vorzug. Letztere ist wiederum hinsichtlich ihrer Lage zum Ofen verschieden. Nur noch wenig gebräuchlich ist die ältere Anordnung des Rostes und des daran anschließenden gemauerten Gaszuführungsschlotes vor der Mitte der einen Ofenseite, wobei die Ableitung der verbrauchten Gase und des Wasserdampfes unten in der Mitte der entgegengesetzten Seite stattfindet. Meist sieht man statt dessen die Feuerungen zweier benachbarter Oefen in einem gemeinsamen Rauhgemäuer vereinigt. Die beiden Roste, sowie die Gasschlote sind durch die Fortsetzung der Zwischenmauer von einander getrennt, und strömen die Gase oben in die benachbarten Ecken der Oefen ein, um nach den in die entgegengesetzten Ecken einmündenden Füchsen abzufallen [1]).

Die Heizer sind verpflichtet, die in ungefähr Manneshöhe an der Seite des abziehenden Gasstromes in die Oefen hineingesteckten Thermometer zu beobachten und die Hitze auf der vorgeschriebenen Höhe zu erhalten. Letztere beträgt für die abziehenden Gase im Ofen je nach den besonderen Verhältnissen 150 bis 180° auf dem Lausitzer Werke, wo man die Thermometer an den Gasabzugsschloten angebracht hat, nur 120 bis 130°. Diese Schlote sind zum Zwecke des Regelns im Aufgeberaume mit einem wagerechten Schieber und oft auch unten im Trockenraume mit einer Drosselklappe versehen, die dem Heizer bequemer zur Hand ist. Bei den anderen Tellerofenanlagen erfolgt die Regelung mittelst lothrechter Schieber in den Füchsen.

Die Leistungsfähigkeit der Telleröfen stellt sich auf durchschnittlich 125 hk trockene Kohle in 24 Stunden. Zum Vollbetriebe einer Presse ist also die ganze Production von zwei Oefen und fast die halbe eines dritten erforderlich.

Eine Reinigung der Oefen ist in der Regel vierteljährlich einmal nöthig. Mit der Zeit wird nämlich die Unterfläche der Teller so stark von Ruß besetzt, daß selbst gesteigertes Heizen nicht mehr genügt, um trockene Kohle zu erzeugen, und ein Kaltstellen des Ofens erforderlich wird. Letzteres darf nur ganz allmählich erfolgen, da der in den Ecken und auf den Rührarmen angesammelte Flugstaub, sowie die unmittelbar auf den Tellern liegende, 5 mm starke, sehr trockene Kohlenschicht ungemein leicht durch die Strahlungswärme der Ofenwände zur Entzündung gebracht werden kann. Man stellt daher das Feuern ab, giebt aber weiter feuchte Kohle auf, bis sich der Ofen hinreichend abgekühlt hat. Man bricht dann den Ofen auf und entfernt zunächst die auf den Tellern liegende Kohle. Das eigentliche Reinigen darf jedoch kaum vor zwei Tagen weiterer Abkühlung erfolgen; es dauert gewöhnlich 2 bis 3 Tage, so daß man

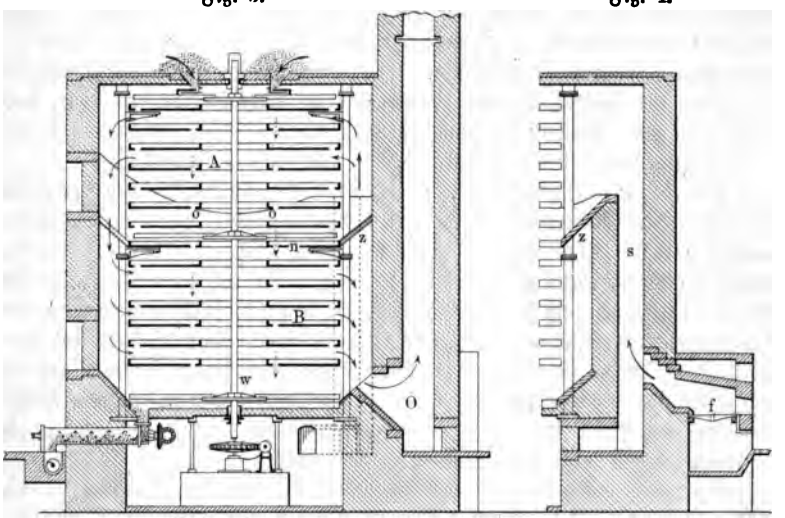
[1]) Zeitschr. f. Berg-, Hütten- und Salinenw. 33*, 149.

erſt am 5. Tage wieder mit Anwärmen beginnen kann und etwa nach weiteren 2 Tagen wieder in ganz regelmäßigem Betriebe iſt.

Bei Entſtehung von Bränden im Ofen ſperrt man ſofort die Schieber ab und läßt eine größere Menge naſſer Kohle in den Ofen. Hilft dies noch nicht, ſo läßt man Dampf in denſelben einſtrömen [1]). Das Hauptaugenmerk iſt aber in ſolchem Falle darauf zu richten, daß nicht brennende Kohle in die Sammelſchnecke und von dort nach dem Trockenelevator gelangt. Feuer in der Schnecke löſcht man am einfachſten mit naſſer Kohle.

Nach neueren Vorſchlägen von R. Jacobi (D. R.-P. Nr. 27546) wird der innere Raum der Telleröfen zum Trocknen von Braunkohlen durch eine Zunge *z* (Fig. 3 bis 5) in zwei Abtheilungen *A* und *B* zerlegt. Die in

Fig. 3. Fig. 4.

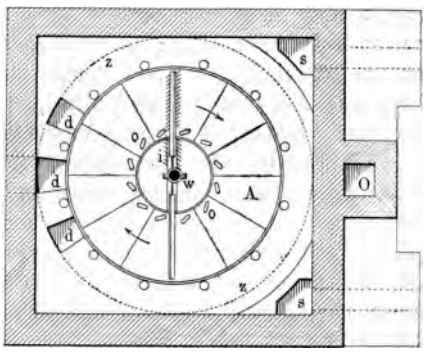



den Feuerungen *f* entwickelten Verbrennungsgaſe gelangen durch Canäle *s* mit einer Temperatur von 1000° in den oberen Theil der oberen Zone *A* und treffen hier mit der naſſen und kalten Kohle zuſammen. Hierbei geben dieſelben einen großen Theil ihrer Wärme ſchnell an die Kohle ab und bringen einen entſprechenden Theil des in den Kohlen enthaltenen Waſſers zur Verdampfung. Der Dampf aus der Kohle miſcht ſich mit den Verbrennungsproducten und überhitzt ſich, indem er ihnen weitere Wärme entzieht. Das aus Verbrennungsgaſen und überhitztem Waſſerdampfe beſtehende Gemiſch tritt nun durch die Oeffnungen *d* der Zunge *z* nach der zweiten Ofenzone über, in welche allmählich und ununterbrochen auch die Kohle gelangt, und giebt hier ſeine Wärme weiter ab, wobei ſich der in *A* ſchnell begonnene Trockenproceß verlangſamt und ſo weit als nöthig fortſetzt. Der aus der Kohle ferner entweichende Waſſerdampf miſcht ſich auch hier mit den Verbrennungsproducten

[1]) Fiſcher's Jahresber. 1885, 1214.

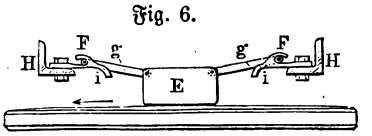
und überhitzt sich dabei ebenfalls, wodurch die Temperatur der heizenden Gase weiter sinkt. Dieselben enthalten nun vorwaltend überhitzten Dampf und erreichen schließlich durch *O* den Schornstein mit einer durch Schieber oder Drosselklappen leicht zu regelnden Temperatur von 90 bis 100°. Durch diese große Menge von überhitztem Wasserdampf soll namentlich die Entzündung der Kohle erschwert werden. Der sich an die trichterförmige Zunge anschließende Teller *n* ist in der Mitte geschlossen, während die übrigen Teller ringförmig gestaltet und in der Mitte der Welle *w* durchbrochen sind. Der Weg, welchen die Gase nehmen, ist durch voll ausgezogene, der Weg der Kohlen durch punktirte Pfeile angedeutet. Die Einführung der nassen und die Abführung der trockenen Kohlen, der Antrieb der Welle *w*, die Construction der Schaufelarme und dergl. weicht von bekannten Einrichtungen nicht ab; nur ist der oberhalb des mittleren Tellers *n* angebrachte Schaufelarm noch mit Gegenschaufeln *i* versehen, welche die nach dem mittleren Theile des Tellers etwa gelangenden Kohlen nach den Löchern *o* schieben, wohin auch die auf dem eigentlichen Teller liegenden Kohlen durch die Schaufeln des Rührarmes nach und nach befördert werden.

Fig. 5.




Für die gute Wirkung der Feuer- und Dampftellertrockenapparate sind die Rühr- und Vertheilungsvorrichtungen wichtig (vgl. S. 17). C. Rowold schlug eine nachgiebige Verbindung der Rührschaufeln mit den Rührarmen vor (D. R.-P. Nr. 32593, 33967 und 33969). Es wird u. A. vorgeschlagen, jede Schaufel für sich mit dem Rührarme durch einen Doppelhaken beweglich zu verbinden und die Schaufeln selbst nicht mehr aus Blech, sondern aus mit Salzlösung getränkten Holzbrettchen herzustellen, um das Rührwerk leicht zu machen. Dann ist Rowold zu der Verbindung der Rührschaufeln unter sich durch eine Stange und Anhängung derselben mit Ketten an den Rührarm zurückgekehrt [1]). Nach dem ferneren D. R.-P. Nr. 75420 sind die Rührschaufeln *E* (Fig. 6) nach zwei Seiten hin mittelst an ihnen beweglicher Glieder *g g* an den mit Führungssporen *i* versehenen Haken *F* befestigt, so daß die Schaufel selbst sich je nach der Fläche des Tellers heben und senken kann. Ein einseitiges Aufsitzen der Schaufel mit nur einer Ecke ihrer Streichfläche und eine unvollkommene Fortschaffung der Kohlen, sowie eine

Fig. 6.




[1]) Fischer's Jahresber. 1885, *1213; 1886, 1064.

Beschädigung der Tellerflächen wird hierdurch vermieden. Außer den Rührschaufeln sind an den Armen *H* Vertheilungsschaufeln angebracht, welche sich ebenfalls frei heben und senken können. Diese Vertheilungsschaufeln haben den Zweck, die unterhalb der Durchfallöffnungen sich auf den nächsten Tellern anhäufenden Kohlenhaufen zu vertheilen.

Die Zeitzer Eisengießerei und Maschinenfabrik (D. R.-P. Nr. 33873 und 35411) macht jede einzelne Schaufel beweglich. J. Wendlandt (D. R.-P. Nr. 35132) macht dagegen die Rührarme selbst beweglich.

Nach P. C. Häuser (D. R.-P. Nr. 40003, 40005 und 46154) sind die Rührschaufeln in einer Linie so angeordnet, daß letztere eine Tangente zum inneren Tellerrande bildet; in Folge dessen arbeitet jede einzelne Schaufel frei und unbeeinflußt von den Nachbarschaufeln. Die Schaufeln können an einem tangential zum inneren Tellerrande gerichteten, durch Tragarme an die Rührachse gehaltenen Schlepparm angebracht werden.

Die Feuertelleröfen eignen sich für solche Kohlen, welche wenig Bitumen enthalten und hohen Hitzegrad erfordern. Sie bieten den Vortheil, daß die Temperatur beliebig gesteigert werden kann, aber auch den Nachtheil, daß das richtige Trocknen der Kohle sehr viel Aufmerksamkeit verlangt, da Brände und Explosionen hier leichter vorkommen, als bei anderen. Für staubige, klebrige und blähende Kohle ist der Ofen nicht zu gebrauchen. Für Neuanlagen kommen sie kaum noch in Frage.

G. Fude (D. R.-P. Nr. 52277) trocknet die Kohlen erst in stehenden, von außen geheizten Röhren vor, dann auf einem Tellerofen fertig [1]).

Der Cylinderofen von Kubisch (D. R.-P. Nr. 13785) besteht im Wesentlichen aus 4 bis 6 über einander liegenden gußeisernen und an den Enden offenen Cylindern, welche mit den in ihnen befindlichen Transportschnecken sich zugleich drehen. Die von oben am einen Ende des obersten Cylinders in denselben eingefüllte Kohle wird durch die Transportschnecke fortgeführt, fällt am anderen Ende mittelst eines Trichters in den nächstfolgenden Cylinder und gelangt schließlich zu der Sammelschnecke, welche sie weiter befördert. Die Cylinder werden durch eine besondere Feuerung oder die Abgase von Dampfkesseln geheizt [2]). Der Ofen dürfte wohl kaum noch gebaut werden.

Der Kammerdarrofen von B. Leutert [3]) hat sich nicht bewährt, desgleichen der Trockenapparat von Keßler (D. R.-P. Nr. 23282) und der von C. Westphal (D. R.-P. Nr. 25724), welcher besondere Regulirvorrichtungen hatte.

W. Schmidt (D. R.-P. Nr. 25488, 28388 und 48453) will die Braunkohlen in lothrechten, von außen erhitzten Röhren trocknen, welche mit einem Körting'schen Luftsaugegebläse verbunden sind [4]).

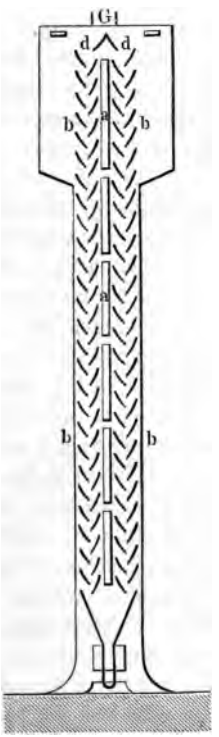
Der Heißluftofen von Rowold (1874 zuerst auf Grube Germania eingeführt) besteht im Wesentlichen aus jalousieartig angeordneten Blechen *b*

---

[1]) Fischer's Jahresber. 1890, *27. — [2]) Zeitschr. f. Berg-, Hütten- und Salinenw. (1884) 32, *313; 33, 146. — [3]) Ebenda 33, 151. — [4]) Fischer's Jahresber. 1884, 1230; 1890, *26.

(Fig. 7), durch welche die Kohle vom Vertheilungsblech *d* nach unten fällt; eine Entleerungsvorrichtung, aus einem auf- und abgehenden Abschlußblech bestehend, bewirkt den allmählichen Durchgang der Kohle. Die Luft zum Trocknen wird in Röhrenkesseln mittelst des Abdampfes der Betriebsmaschinen erhitzt und der Kohle entgegen durch den Ofen gepreßt. — In Frose sind nach Jacobi[1]) 26 solcher Oefen aufgestellt, je 4 m lang, 0,5 m breit und 5 m hoch, welche in 24 Stunden die Kohlen zu 700 hk Preßkohlen liefern. Die Temperatur der eingepreßten Luft beträgt durchschnittlich 60 bis 70°. Der Ofen ist beim Betriebe leicht zugänglich und hat auch wenig bewegliche Theile[1]).

Fig. 7.




In Fig. 8 bezeichnet *a* die beiden aus Blech gefertigten Windcanäle, welche an sämmtlichen Oefen oben entlang führen und an

Fig. 8.

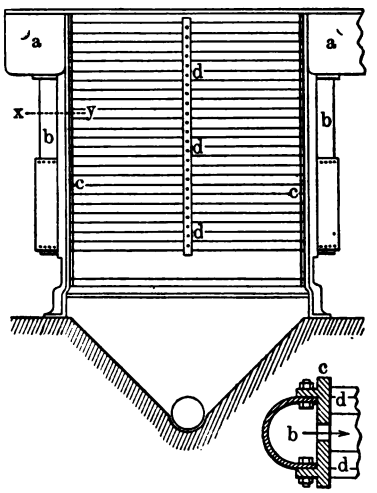



Fig. 9.

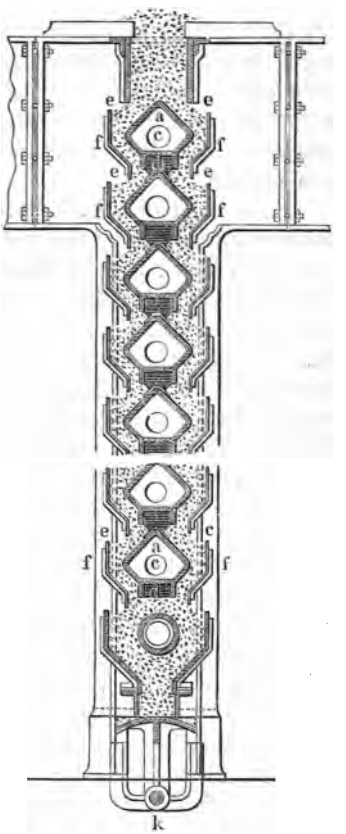



jeder Ofenwand *c* mit einem lothrechten Schlitze versehen sind. An diese Windcanäle sind vor den einzelnen Oefen die lothrechten, halbcylindrischen Blechschlote *b* angeschlossen, deren Verbindung mit den Wandplatten aus Fig. 9 (Horizontalschnitt nach *xy* der Fig. 8) ersichtlich ist. Der in die Windcanäle gepreßte heiße Wind strömt nun einestheils durch die seitlichen Schlitze derselben, anderentheils durch die Schlote *b* und aus diesen durch die Schlitze der Wandplatten in die Oefen hinein, um dann durch die in den Blechen *d* herabrutschende Kohle hindurch, mit Wasserdampf gesättigt, in den Trockenraum auszutreten und schließlich aus letzterem durch gemauerte Abzugsschlote ins Freie

[1]) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1887, 417; vergl. Zeitschr. f. Berg-, Hütten- und Salinenw. **33**, *150.

Kohle von 45 bis 50 Proc. braucht die Kohle 10 bis 12 Stunden, um den Ofen zu durchlaufen. Wichtig ist gleichmäßig trockene Kohle. Es wird dies wesentlich erleichtert, wenn für den freien Zutritt des Tageslichtes in den Trockenraum möglichst gesorgt ist. An der helleren oder dunkleren Färbung der Kohle läßt sich dann leicht der verschiedene Grad der Trocknung erkennen. Etwas nässere Kohle liefert bei Gleichmäßigkeit bessere Briketts, als trockene und nasse Kohle gemischt; in letzterem Falle pflegen die Briketts an den Stellen, wo sich nasse Kohle befindet, aufzureißen und sprüngig zu werden. Fast unmöglich aber scheint es zu sein, unter Beibehaltung des jetzigen Druckes und Luftwärme gute und gleichmäßig trockene Kohle mit weniger als 20 Oefen gewöhnlicher Construction für eine Presse zu erzielen, was eine Leistung von 15 hk für Ofen und Schicht bedingt.

Fig. 10.




Wenn nun auch die Rowold'schen Windöfen den älteren Jacobi-Oefen gegenüber als ein wesentlicher Fortschritt zu betrachten sind und sich deshalb sehr eingebürgert haben, so haften ihnen doch noch Unvollkommenheiten an. Besonders steht ihre Leistungsfähigkeit in einem ungünstigen Verhältnisse zu den hohen Anlagekosten. Auch liefern sie selbst bei guter Ausnutzung aller die Trocknung beeinflussenden Umstände und bei peinlichster Controle des Betriebes kein durchweg gleichmäßig getrocknetes Product.

Nach R. Jacobi (D. R.-P. Nr. 22653, 26426 und 27546) werden in dem sonst ähnlichen Ofen fünfeckige Dampfrohre *a* (Fig. 10) eingeschaltet. Nach außen werden die Kohlen durch Bleche *e* und *f* zusammengehalten. Unten in den Apparat wird heiße Luft eingeblasen. Das Nachrutschen der Kohlen wird durch den Entleerungsschieber *k* geregelt. Auch dieser Ofen ist durch den Dampftellerofen weit überholt.

Entsprechende Trockenapparate von Hänsch (D. R.-P. Nr. 17112) und H. Gruhl (D. R.-P. Nr. 28311) haben keine nennenswerthe Verbreitung gefunden; desgleichen die Vorrichtung von Görne (D. R.-P. Nr. 17571), welcher die Kohlen in Trommeln mit Scheidewänden durch erhitzte Luft trocknen will [1]).

[1]) Fischer's Jahresber. 1883, *1210.

**Dampföfen.** Der Dampftellerofen[1]) ist ähnlich eingerichtet wie der Feuertellerofen, und mit gleicher Vorrichtung zur Bewegung der Kohlen (vgl. S. 8). Die Teller sind doppelwandig (hohl) aus Schmiedeisen hergestellt und werden von abgehendem oder frischem Wasserdampf durchstrichen. Die Teller lagern sich auf 4 hohle Säulen, von welchen gewöhnlich zwei zur Dampfleitung nach und von den Tellern benutzt werden. Der aus der Kohle entweichende Wasserdampf wird durch einen auf dem Ofen aufgestellten Kamin ins Freie geführt. Nach Rowold[2]) (D. R.-P. Nr. 32935) umgiebt man den Ofen mit einem Eisenblechmantel, wodurch der Raum, in welchem der Ofen aufgestellt ist, staubfrei bleibt und das Trocknen befördert wird; auch kann man den Gang des Ofens gut überwachen und regeln. Ferner ist bei dem ummantelten Ofen die Luft und die Temperatur im Ofenhause nicht unangenehm und schädlich.

Nach A. Mann (D. R.-P. Nr. 84665) wird das Gemenge von Staub und Körnern der geförderten nassen Kohle zunächst bis zur Trockenreife des Staubes gemeinsam erhitzt. Hierauf nimmt man eine Abscheidung des fertig getrockneten Staubes vor und trocknet den verbleibenden Rest an Körnern und Knorpeln weiter, indem man einen Teller verbreitert, der mit einem Siebringe ausgestattet ist. Sobald das Gemenge von Körnern und Staub auf den Teller fällt, wird der Staub durch den Siebring abgesiebt, fällt auf den letzten und gelangt von hier in den Ablauf. Die gröberen Stücke wandern im Ofen weiter von Teller zu Teller, bis auch sie den Ablauf erreichen.

Um, nach Angabe der Zeitzer Fabrik und R. Jacobi (D. R.-P. Nr. 28077) eine Uebersättigung mit Wasserdampf und die daraus hervorgehende Dunstbildung und Verschwendung an Wärme zu verhüten, sind unter der Decke des Füllbodens, sowie unterhalb des untersten Tellers Schlangenröhren angebracht, welche von den beiden Holzsäulen des Apparates aus mit Dampf erhitzt werden. Zur Regelung der Luftströmungen erhält der unterste Teller eine mittlere Aussparung, welche nur eben groß genug ist, die reibungslose Bewegung der stehenden Welle zu gestatten. Der nächst höhere Teller ist mit einer Aussparung von solcher Größe versehen, wie sie zur Abführung der zwischen beiden Tellern eintretenden heißen Luft, sowie des sich entwickelnden Wasserdampfes und Staubes ausreicht, bis schließlich der oberste Teller die größte Oeffnung hat. Ferner sind die Umfassungsränder der mittleren Aussparung des obersten Tellers und der Füllöffnung nach unten hin bis dicht über die obersten Arme verbreitert, so daß ringförmige Oeffnungen verbleiben, in welchen sich die Arme frei bewegen können. Durch die Aussparung des obersten Tellers gelangt das Gemisch von Luft, Wasserdampf und Staub in den mit gleich großem Querschnitt darüber aufsteigenden Abzugsschlot. Der ganze Ofen ist mit einem beweglichen Mantel umgeben, welcher unten einige Teller frei läßt und dazu dienen soll, die von dem Apparate ausgestrahlte Wärme möglichst zusammenzuhalten und für den

---

[1]) Fischer's Jahresber. 1881, 988; 1883, *1211; Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1887, *417. — [2]) Fischer's Jahresber. 1885, *1213; vergl. das. 1886, 1063.

Trockenproceß nutzbar zu machen, sowie den Austritt von Staub in den Trockenraum möglichst zu verhüten.

Nach ferneren Angaben der Zeitzer Eisengießerei und Maschinenbau-Actiengesellschaft in Zeitz (D. R.-P. Nr. 35410) ist zwischen je zwei Tragsäulen $S$ (Fig. 11 und 12) des Ofens eine zweiflügelige Thür $s$, $s_1$ angeordnet, welche Thüren durch Riegel $v$ geschlossen gehalten werden, die mittelst Zahnstangengetriebe $z$ gleichzeitig sich verschieben lassen. Die Thürflügel $s$ und $s_1$ sind um Stangen $t$ drehbar, welche von den Winkeln $c$ gehalten werden, die zweitheilig auf die Säulen $S$ aufgeschoben sind. Die Thürflügel

Fig. 11.

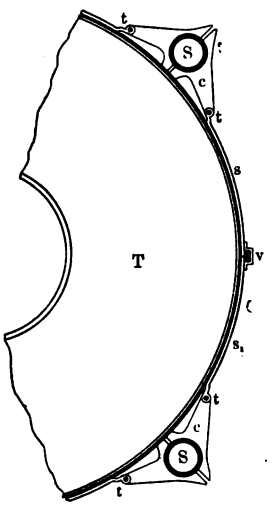
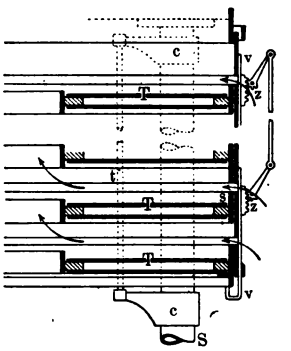



Fig. 12.




sind entsprechend den Zwischenräumen der Dampfteller $T$ für den Zutritt der Luft geschlitzt und Schlitze auch in dem zwischen den Stangen $t$ an den Säulen befindlichen festen Theile der Ofenwandung vorhanden [1]).

Fig. 13 bis 15 (a. S. 16, 17 und 18) zeigen einen derartigen Dampftellerofen der Zeitzer Eisengießerei und Maschinenbau-Actiengesellschaft im Maßstabe 1 : 50 [2]). Ueber den Betrieb desselben wurden dem Verfasser folgende Angaben gemacht:

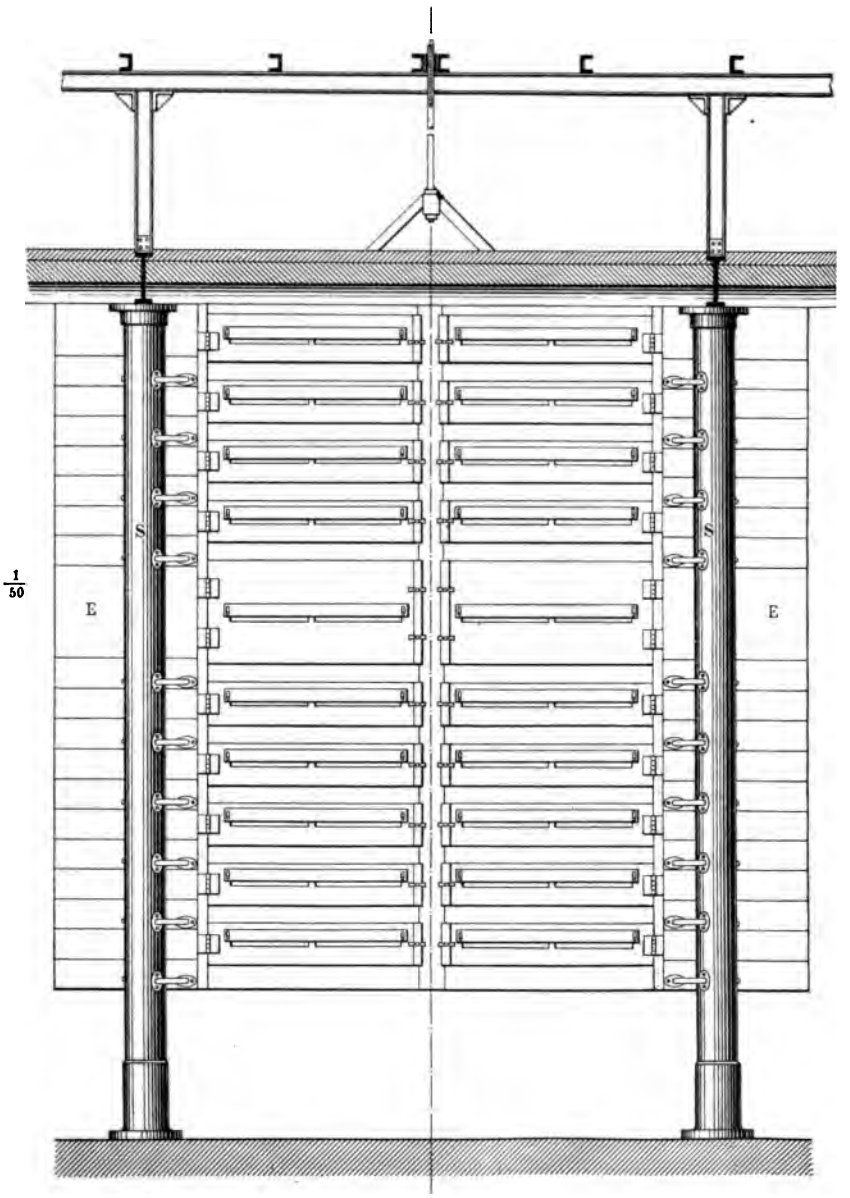
Die Kohle gelangt auf ein Rüttelsieb, welches die feine Kohle absiebt und die Knorpel auf ein Zahnwalzwerk befördert; dieses bricht die Knorpel vor und giebt dieselben dann auf ein Feinwalzwerk, von welchem die Kohle ganz fein gemahlen und wieder auf ein Rüttelsieb geworfen wird, welches wiederum die feine Kohle absiebt und dann den verbleibenden Abfall, Späne, Schienennägel u. dgl. in eine Schnecke wirft, von wo der Abfall in das Kesselhaus ge-

---

[1]) Fischer's Jahresber. 1886, *1063. — [2]) Die Fabrik lieferte seit 1872 erst die Jacobi'schen Fünfeckrohröfen, daneben Feuerluftöfen, dann Heißluftöfen, seit 1884 aber in sehr großer Anzahl die Dampftelleröfen.

fahren wird. — Die abgesiebte reine, feine Kohle fällt durch die beiden Rüttelsiebe in einen besonderen Elevator, welcher die Kohle direct auf den Kohlenboden über den Trockenapparaten befördert, woselbst die Kohle in Hundewagen

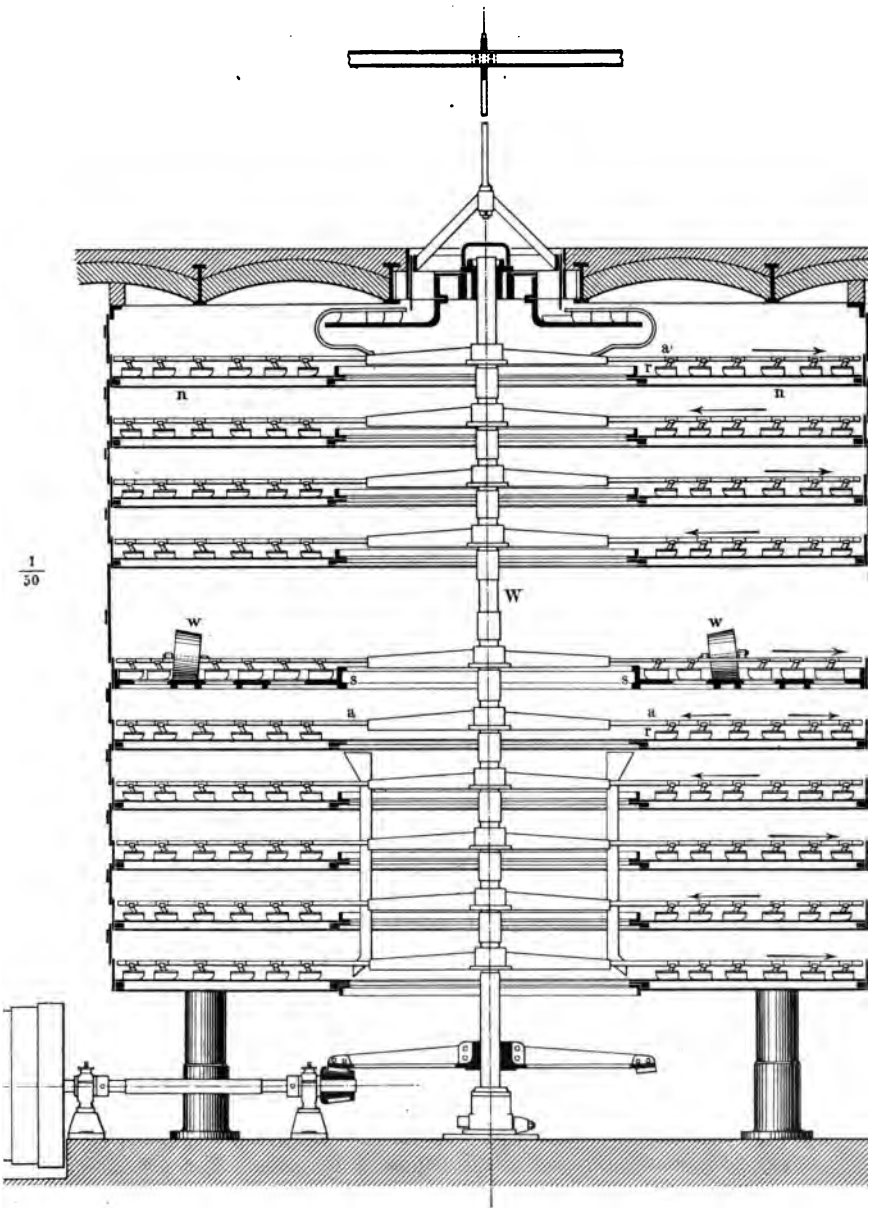
Fig. 13.




1/50

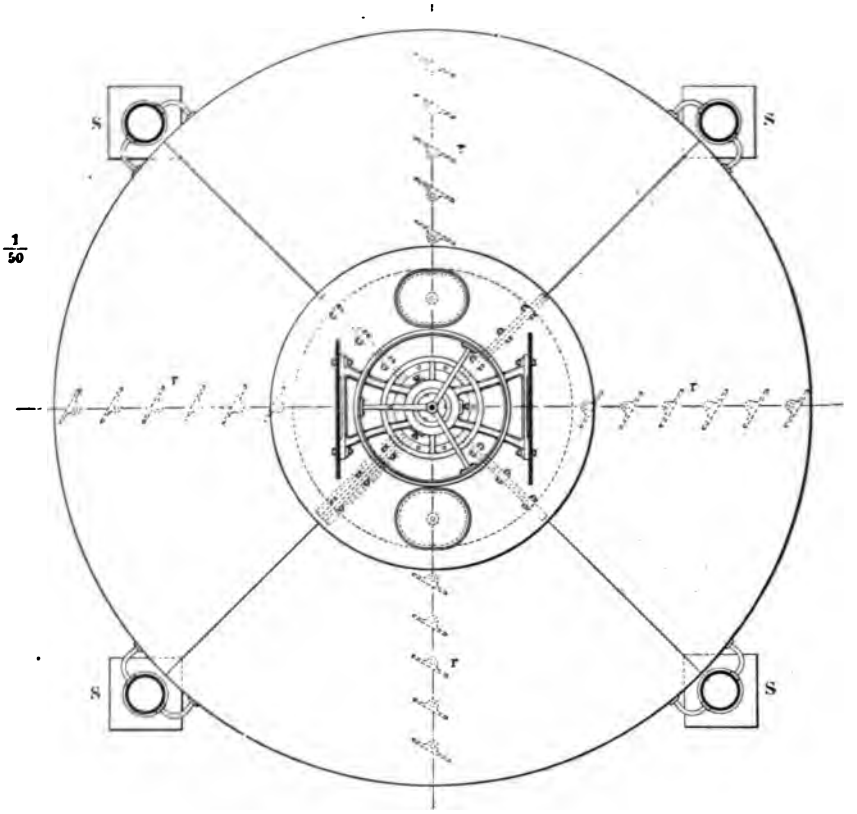
aufgefangen und mittelst dieser über den ganzen Kohlenboden gefahren, dann in großen Haufen ausgebreitet wird. — In der Etage unter dem Kohlenboden befinden sich nun die Dampfteller-Trockenapparate. Dieses sind Batterien aus

Fig. 14.



doppelwandigen, innen mit Dampf geheizten Tellern *n*, von etwa 2 m Durchmesser des inneren Ausschnittes und 5 m äußerem Durchmesser, welche in einer Entfernung von 200 mm über einander zwischen 4 Säulen *S* aufgebaut sind. Die Teller sind außen mit einem Eisenblechmantel *E* umgeben, durch dessen Schlitze man Luft eintreten läßt. Die Oberfläche der Teller ist etwa 6 cm hoch mit der zu trocknenden Kohlenmasse überdeckt, im Inneren des Apparates

Fig. 15.




befindet sich ein Rührwerk, bestehend aus einer starken, sich drehenden Welle *W* mit angeschraubten Armen *a* und Rührschaufeln *r*, welches bei jeder Umdrehung die Kohle auf allen Tellern in spiralförmigen Curven weiter bewegt und somit die Kohle allmählich vom innersten Kreise des obersten Tellers nach dem Umfange treibt. Hier fällt die Kohle durch besondere Oeffnungen der Platte auf den folgenden Teller, wird hier wieder nach innen geschoben und so weiter, bis etwa in die Mitte der ganzen Batterie.

Hier nun ist das ganz feine Mehl bereits trocken genug und die Knorpel sind noch zu naß für die Brikettirung. Es ist deshalb hier ein Siebteller *s* angeordnet, bestehend aus 3 ringförmigen Siebplatten und dazwischen 2 vollen

Ringplatten. Die Kohle fällt auf diesen Siebteller am inneren Rande auf und wird nun vom Rührwerk langsam, unter stetem Wenden, über diesen Siebteller nach außen geschoben. Durch die erste Siebstraße innen fällt nur das trockene Mehl, wird darunter abgezogen und im Inneren des Ofens gleich auf die unterste Etage geschafft. Dann kommen die Knorpel auf den ersten vollen Ring, auf welchem mit dem Rührwerke 4 Kollergangwalzen *w* laufen, welche einen großen Theil der Knorpel zerdrücken. Das Gemenge wird dann über das zweite Sieb geschoben; hier fällt alle feine Kohle der ersten Walzung durch und der Rest von Knorpeln und die Verunreinigungen kommt auf die zweite Walzenstraße, wird hier abermals gewalzt und dann über das dritte Sieb am äußeren Rande geschoben. Durch dieses Sieb fällt nun der Rest der fein gewalzten Kohlenknorpel, während alle der Kohle beigemengten kleinen Späne, Schienennägel, Schwefelkiesknöllchen und sonstigen Verunreinigungen das Sieb nicht passiren können, somit oben liegen bleiben und endlich vom Rührwerk von der Siebetage herunter in den an einer Seite angebrachten Sammeltrichter für diesen Unrath geworfen werden.

Die gewalzte und gesiebte Kohle wird auf den unteren Etagen fertig getrocknet, auf der letzten Dampfetage mit dem vorher abgesiebten Mehl wieder vermischt und dann noch je nach der Jahreszeit auf mehreren Tellern, die vom Dampf abgestellt sind, ordentlich gelüftet, so daß dieses eine preßfähige Kohle ist, die direct den großen Trichtern über den Brikettpressen zugeführt werden kann. An einer Seite eines jeden Dampftellerofens ist ein Dunstabzug aus Mauerwerk angebracht, durch welchen die aus der Kohle ausgetriebenen Wasserdämpfe, gemischt mit atmosphärischer Luft, entweichen können. Der Dampftellerofen hat oben eine Einrichtung, welche verstellbar ist und mittelst derer der Ofen sich die zu trocknende Kohlenmenge genau abgemessen selbst heranholt und zuführt und zwar so viel, wie der Meister es einstellt.

Der Mantel des Dampftellerofens ist an jeder Etage zu öffnen und man kann somit während des Betriebes die Kohle in jedem Stadium der Trocknung beobachten, man kann zu jeder Zeit an jeder Stelle des Ofens zur Kohle kommen und wenn man die Kohle in dem Apparate künstlich in Brand setzte, so würde noch kein Schaden und Explosion entstehen können, weil man den Trockenapparat stillsetzen und das Feuer Etage für Etage löschen und entfernen könnte. — Explosionen im Dampftellerofen sind bis heute überhaupt noch nicht vorgekommen. — Der Dampftellerofen ist der betriebssicherste, feuer- und explosionssicherste Trockenapparat und vermöge seiner Siebetage und Kühletagen gestattet er, preßfähige Kohle ohne weitere Zwischenglieder zu erzeugen.

Im Preßhause unter den Trockenapparaten ist eine Sammelschnecke für trockene Kohle angeordnet, welcher von den Trockenapparaten die gesammte trockene Kohle zugeführt werden kann. Diese Schnecke führt die Kohle in ein Hebewerk, welches die Kohle hebt, oben wieder in eine Transportschnecke wirft, welche die trockene Kohle in große Sammeltrichter wirft, welche neben jedem Ofen über dem eigentlichen Pressenrumpfe angeordnet sind, in denen die Kohle sich ansammelt, wenn vorübergehend die Pressen weniger Kohle verarbeiten, wie die Trockenapparate liefern und in denen die Kohle weniger wird, wenn

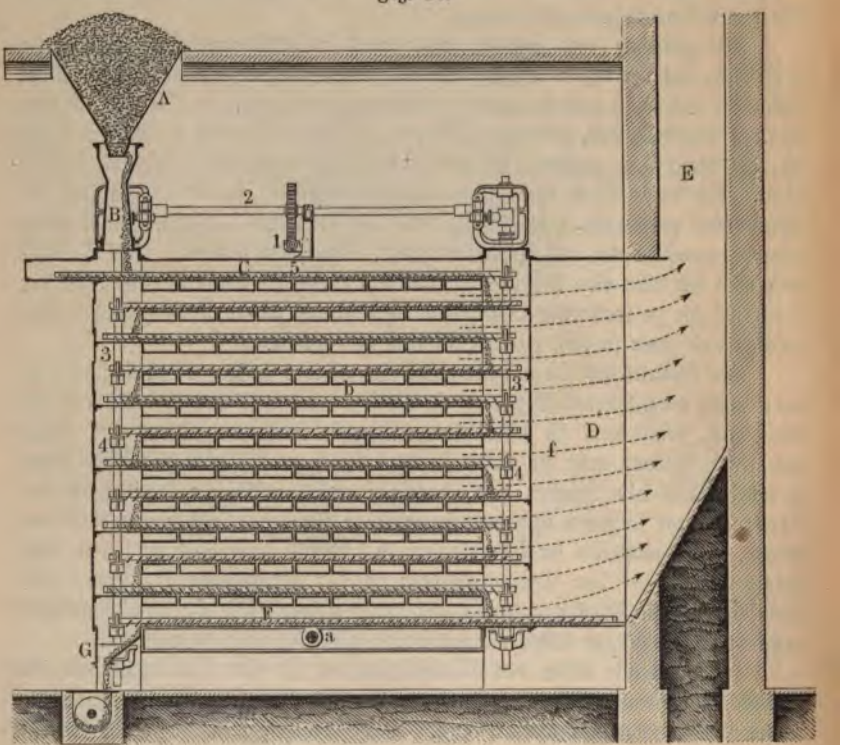
die Apparate weniger Kohle liefern, wie die Pressen verarbeiten. Diese Schnecken mischen auch die Kohle und schaffen dadurch einen guten Ausgleich, wenn in einer Fabrik Kohle von verschiedenen Schächten verarbeitet werden muß, die sonst in Feuchtigkeit und Härte sehr leicht Verschiedenartigkeiten zeigt.

P. Häuser (D. R.-P. Nr. 40002 und 40005) empfiehlt für Dampftrockenvorrichtungen die Dampfteller aus 4 Theilen herzustellen, welche in der Mitte, wo sich eine kreisrunde Aussparung befindet, durch einen schmiedeisernen Ring und Schrauben verbunden sind. Ferner (D. R.-P. Nr. 42576 und 42581) die Kohlen über den Rand der Teller zu schieben, statt durch Falllöcher [1]).

Der Trockenapparat von Marggraff und Meißner (D. R.-P. Nr. 16320) hat keinen Beifall gefunden [2]).

Der Dampfplattentrockenofen von Vogel [3]) besteht aus gußeisernen, rechteckigen, doppelwandigen Platten *C* (Fig. 16), je 16 Stück über einander

Fig. 16.

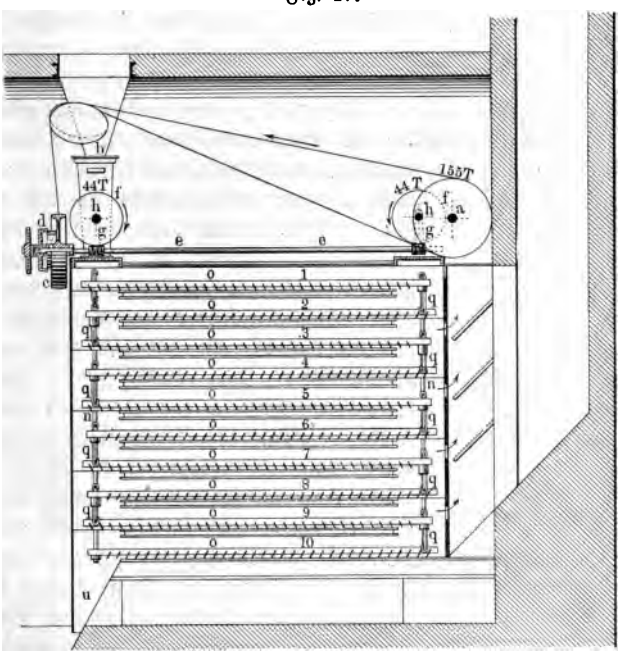



zu einem Ofen vereinigt. Die Trocknung erfolgt, wie bei dem Dampftellerofen, durch bei *a* eintretenden Dampf in die Doppelwandungen *b*. Ein System von

[1]) Zeitschr. f. angew. Chem. 1888, *263. — [2]) Fischer's Jahresber. 1881, *988. — [3]) Ebenda 1887, *9; Zeitschr. f. Berg-, Hütten- und Salinenw. 33, *135.

hin- und hergehenden Harken bewirkt die Bewegung der aus Rumpf *A* durch Vertheilungsapparat *B* zugeführten Kohlen, so zwar, daß die Harken in und mit der Kohle vorgeschoben, am Ende des Hubes aus der Kohle ausgehoben, dann darüber hinweg- und zurückgeführt, sodann wieder herabgelassen und wieder vorwärts bewegt werden. Zur Abführung des Staubes ist eine Staubkammer *D* mit anschließendem Schornstein *E* angebracht und der Ofen noch mit einem Blechmantel umgeben. Zwischen diesem und dem inneren Ofenmantel wird die Luft zur Fortführung des Wasserdampfes hindurchgeführt. Durch verstell-

Fig. 17.

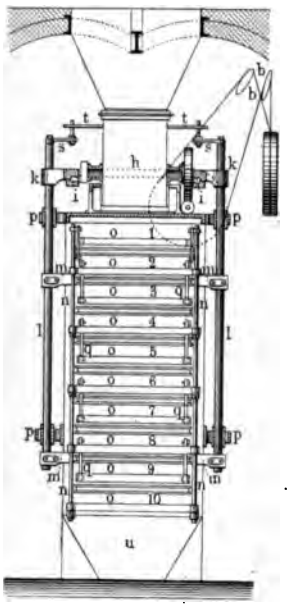



bare Oeffnungen tritt sie in den Ofen, geht über die Kohlen und dann bei *f* zum Schornstein hinaus. Die auf der unteren Platte *F* gekühlten Kohlen werden bei *G* einer Schnecke zugeführt.

Die auf der Braunkohlengrube Hermania bei Reichenwalde von der Eisengießerei und Maschinenfabrik A. Guttmann in Frankfurt a. O. erbaute derartige Trockenvorrichtung (Fig. 17 bis 19 a. f. S.) hat auf dem Fundamente an jeder Längsseite in der Mitte eine gußeiserne Säule und an den Ecken U-förmige gußeiserne Ständer, welche mit gußeisernen Deckplatten und schmiedeisernen Stäben zu einem Gestell verbunden sind. Letzteres ist mit einem schmiedeisernen Blechmantel derart versehen, daß man die einzelnen Platten leicht entfernen kann. Zum Besichtigen der inneren Theile befindet sich an der einen langen Seite hinten eine Thür und an der vorderen Stirnwand Vorsetzer, welche von Wirbeln festgehalten werden. Zwischen den Ständern und Säulen ruhen auf Knaggen 9 schmiedeiserne Dampfkästen (3,25 m lang, 1,5 m breit und

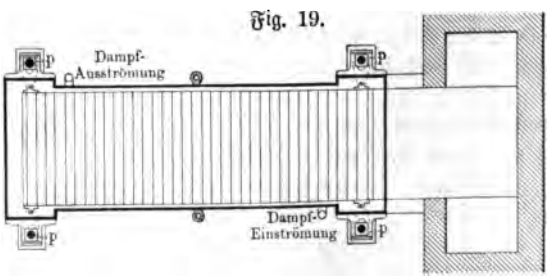
75 mm hoch), deren Deck- und Bodenplatten mit Stehbolzen verbunden und auf Rahmen von U-Eisen aufgenietet sind. In dieselben strömt der Abdampf der Dampfmaschine hinten auf der einen Seite durch ein stehendes, mit 9 Stutzen versehenes Rohr ein; vorn tritt der Dampf auf der anderen Seite in eben einem solchen Rohre wieder aus. Die Luft, welche nöthig ist, um aus der Braunkohle den Wasserdampf fortzuführen, wird nach Bedarf durch kleine Thüren, welche sich in den Vorsetzern der Stirnwand befinden, durchgelassen. Im Inneren des Apparates vertheilt sich diese Luft, zieht über die Kohlen auf den Dampfkästen hinweg und dann durch den Staubsammelraum zum Schornstein hinaus.

Fig. 18.



Der Antrieb der Vorrichtung erfolgt von der Haupttransmissionswelle *a* aus mit einem Treibriemen, welcher über Leitrollen *b* nach der vorn auf der Schneckenwelle sitzenden Riemenscheibe *c* läuft und mit dieser, wenn die Reibungskuppelung *d* eingerückt ist, die Schneckenwelle *e* in Bewegung setzt. Die Schnecken *g* bewegen die beiden Schneckenräder *f* und damit die vordere und die hintere, mit 100 mm Hub arbeitende Kurbelwelle *h*, deren Kurbelzapfen *i* vier Hebellager *k* von 250 mm Ausladung mit den Hebelwellen *l* tragen. Von den letzteren hat jede nach unten 2 aufgeklemmte, 250 mm lange Harkenhebel *m*, die an den äußeren Enden eine Mitnehmerstange *n* von Rundeisen halten und damit die Harken *o* in Thätigkeit setzen. Da die Mitnehmerachse, wie der Mittelpunkt des Kurbelzapfens, sich in einer senkrechten Ebene bewegt und dadurch die Hebelwelle *l* beim Ausschlagen der Harkenhebel *m* und des Hebellagers *k* auch wagerecht verschoben wird, so sind die beiden Hebelwellen *p* verschiebbar eingerichtet. Die Harken Nr. 2, 4, 6, 8 und 10 stützen sich — indem sie die anderen Harken an beweglichen Haken *q* tragen — beim Anheben der vorderen Mitnehmerstangen auf die Harkenhebel *m* und die Schellen *r* und werden von den Mitnehmerstangen in einer senkrechten Kreislinie von 100 mm Durchmesser nach dem einen Ende verschoben, während die Harken Nr. 1, 3, 5, 7 und 9 von den hinteren Mitnehmerstangen entgegengesetzt gezogen werden. Die Harken werden daher in

Fig. 19.

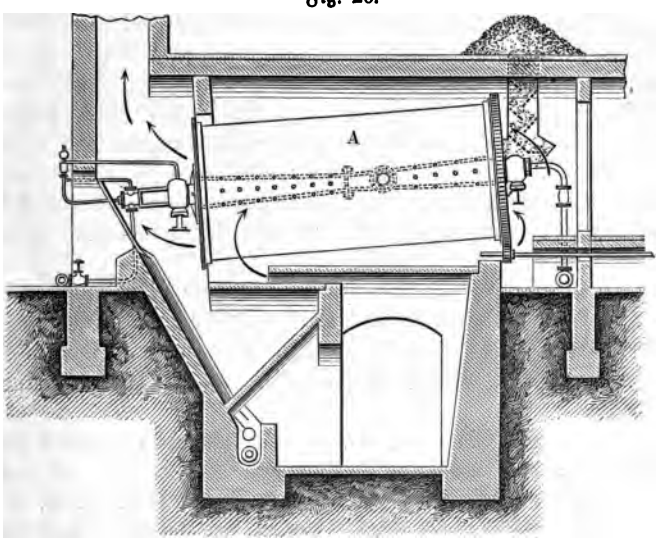


und mit der Kohle vorgeschoben, am Ende des Hubes aus der Kohle ausgehoben, dann darüber hinweg- und zurückgeführt, endlich herabgelassen und wieder vorwärts bewegt.

Die zum Trocknen bestimmte Braunkohle wird zerkleinert von dem Dachboden aus in den Sammeltrichter geschüttet, aus welchem sie, nachdem der zum Aufhalten dienende Schieber unter der Ausmündung entfernt ist, in einen kleinen Trichter im Zuführungskasten rutscht; dieser führt sie auf eine Blechplatte, welche von der Kastenwand an den langen Seiten 60 mm und an den Breitseiten 30 mm Abstand hat. Dieselbe ist von dem kleinen Trichter 50 mm entfernt und trägt die Abstreicher *t*, mit denen die Kohle durch die Hebel *s* nach vorn und hinten heruntergeschoben wird, um durch den Zuführungskasten auf die Abdeckplatte vor dem ersten Dampfkasten zu gelangen. Von hier aus faßt sie die erste Harke, schiebt sie nach und nach auf den ersten Dampfkasten nach hinten, bis sie herunter auf die nächste Abdeckplatte fällt und von der anderen Harke über den zweiten Dampfkasten geschoben wird. Die Kohle fällt auf diese Art von einer Etage in die andere und kommt zuletzt durch den Abführungskasten *u* in den Schneckencanal, in welchem sie nach der Presse hin bewegt wird.

Der Röhrentrockenapparat von F. A. Schultz (D. R.-P. Nr. 32 220) ist ein geneigt liegender, langsam rotirender Röhrenkessel *A* (Fig. 20 und 21),

Fig. 20.




durch dessen mit Dampf beheizte Röhren die Kohle in Folge des Zusammenwirkens der Rotation und der geneigten Lage des Apparates von dem höher gelegenen Ende nach dem tieferen sich fortbewegt und dabei zugleich getrocknet wird. Die Umdrehungsgeschwindigkeit läßt sich nach Bedarf so regeln, daß die Kohle den Apparat stets in preßfähigem Zustande verläßt. Der Apparat hat etwa 6 m Länge bei etwa 2,2 m äußerem Durchmesser und enthält 200 bis

240 Röhren von etwa 95 mm Durchmesser. Zur Heizung der Rohre dient der Abdampf von Maschinen, welcher in den Apparat durch den höher liegenden hohlen Drehzapfen eingeführt wird, während das Dampfwasser durch den anderen Zapfen abfließt. Die Speisung der Röhren mit Kohle erfolgt aus einem vor der höher liegenden Stirnwand des Apparates angebrachten Füllrumpfe. Während der Drehung des Apparates füllt sich jedes Rohr im Rumpfe ungefähr bis zur Hälfte seines Querschnittes mit Kohle; es bleibt sonach in jedem Rohre oberhalb der darin befindlichen Kohlenlage noch genug Raum für den Durchgang der Luft und für den Abzug der sich aus der Kohle entwickelnden Wasserdämpfe. Die durch die Rohre streichende Luft umspielt zuvor den ebenfalls beheizten Mantel des Apparates von etwa 42 qm Oberfläche, wird dabei angeblich auf etwa 40° vorgewärmt, und erhitzt sich dann an den von Kohle unbedeckten Rohrwandtheilen noch höher, so daß sie zur Trocknung der Kohle ebenfalls beiträgt. In Folge dessen soll der Dampfverbrauch geringer als bei den Dampftelleröfen sein. An das untere Ende des Apparates schließt sich der Abzugsschornstein an, durch welchen die während des Trocknens sich bildenden Wasserdämpfe und Staub mit der die Röhren durchströmenden Luft den Abzug ins Freie finden. Nach Schultz genügt ein etwa 10 m hoher Schornstein von 2 m auf 1 m lichten Querschnitt für zwei Apparate. Die Temperatur in dem allseitig geschlossenen Trockenraume beträgt nach Schultz' Angabe vor dem oberen Ende des Apparates 36 bis 40°, vor dem unteren Ende etwa 55°, kühlt sich aber alsbald stark ab, wenn die Zugangsthüren geöffnet werden. Zur Beobachtung des Trockenprocesses sind in den Längswänden Fenster oder Schaulöcher angebracht; es kann zu diesem Behufe ohne Gefahr in unmittelbarer Nähe der Apparate Beleuchtung unterhalten werden.

Fig. 21.

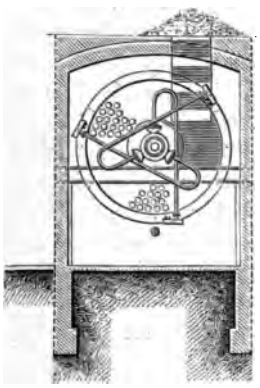


Fig. 22 und 23 zeigt die Anlage, wie sie von der Maschinenfabrik Buckau geliefert wird, wobei die Trockencylinder unmittelbar über den Pressen angebracht sind. Die in den Rumpf fallende getrocknete Kohle wird in Trockenschnecken mit Wasserkühlung den Pressen zugeschoben [1]). Dieser Trockenapparat wird allseitig gelobt.

Vogel und Co. (D. R.-P. Nr. 20527) empfehlen lothrechte Cylinder mit Dampfmantel und eingesetzten Dunstabzügen [2]).

M. Neuhaus und O. Henniges in Berlin (*D. R.-P. Cl. 10, Nr. 18538 vom 6. September 1881) machen den Vorschlag, das Trocknen und Pressen von Kohlenklein im luftverdünnten Raume auszuführen, um dichte Preßkohlen zu bekommen, die Trockencylinder sind mit Dampfheizung versehen.

---

[1]) Vgl. Zeitschr. deutsch. Ing. 1887, 417; Stohmann-Kerl, Handbuch 4, 478; Zeitschr. f. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 36, 249. — [2]) Fischer's Jahresber. 1883*, 1211.

L. Ramdohr (D. R.-P. Nr. 6313, 10588 und 17260) schlug vor, die Kohlen mit überhitztem Wasserdampf zu trocknen, was nicht zu empfehlen ist.

Fig. 23.

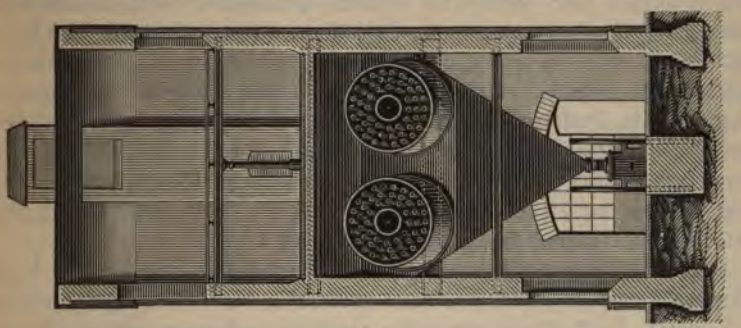
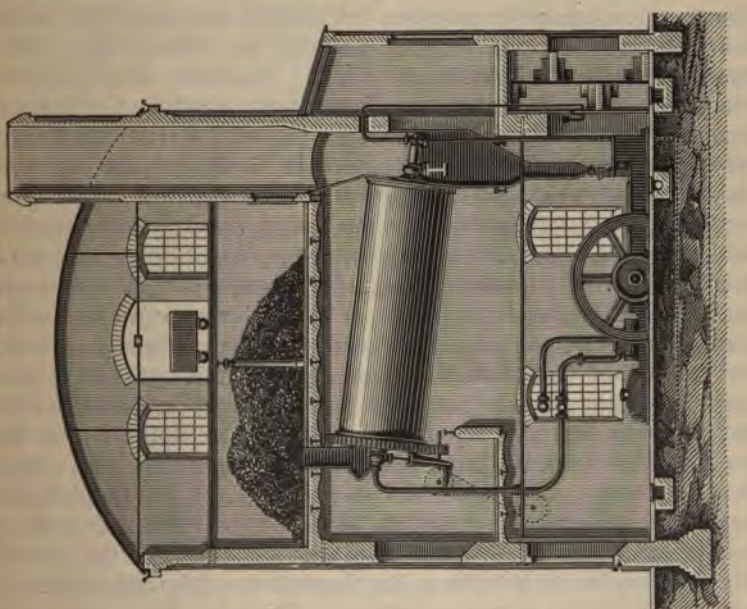


Fig. 22.



Zur Zeit sind wohl der Dampfteller- und der Dampfplatten-, sowie der Schulze'sche Röhrentrockenapparat die beliebtesten Trockenvorrichtungen für Braunkohle.

Beim Trocknen der Kohlen ist der Sammelraum meist unter den Trockenvorrichtungen, zuweilen auch seitlich oder über den Pressen angebracht; es sammeln sich darin die bis auf den erforderlichen Feuchtigkeitsgehalt (S. 4) getrockneten Kohlen und werden von hier mittelst Schnecken und Hebewerken zu den Pressen geführt. Der Sammelraum hat die Aufgabe, die Verschiedenheiten der getrockneten Kohlen auszugleichen, welche durch deren wechselnden

Wassergehalt, verschiedenen Gang der Trockenöfen, Veränderungen der Wärme der Trockenluft u. s. w. veranlaßt werden; nur aus gleichmäßigen Kohlen sind mit Sicherheit gute marktfähige Briketts herzustellen. Im Sammelraume findet auch eine Nachtrocknung der Kohle statt. Mit Unrecht hat man ihn als Entstehungsherd der häufig auftretenden Brände und Explosionen angesehen und deshalb neuerdings gesucht, ihn fortzuschaffen. Nach den Erfahrungen in Frose ist die Nachtrocknung im Sammelraume unentbehrlich, wenn man gute Briketts fertigen will; das ist erklärlich, denn die Kohlen, aus dem Trockenofen mit 46° kommend, werden im Sammelraume binnen acht Stunden auf 70 bis 75° erhitzt, den richtigen Wärmegrad für die Froser Fabrik zur Herstellung tadelloser Briketts.

Um die Selbstentzündung der getrockneten Kohle beim Lagern in den Sammelräumen auszuschließen, ist es zweckmäßig, die Kohle höchstens mit einer bestimmten, durch die Erfahrung zu ermittelnden Temperatur dem Sammelraume zuzuführen. Um diesen Temperaturgrad zu erreichen, genügt es bei Benutzung von Dampftellertrockenöfen, den untersten oder mehrere der untersten Teller kalt gehen zu lassen. Bei Verwendung der Schulze'schen Röhrentrockenapparate wird indessen der Einbau besonderer Kühlvorrichtungen erforderlich. In der Brikettfabrik am Crednerschachte der Grube Ottilie Kupferhammer bei Oberröblingen am See wird die aus den Schulze'schen Röhrentrockenöfen austretende Trockenkohle durch Becherwerk und Transportschnecke zwei siebenetagigen Tellerapparaten, aus 7 mm starken Blechen gebaut, zugeführt. Diese Kühlvorrichtungen sind den Zeitzer Telleröfen nachgebildet und besitzen, wie diese, ein Rührwerk, welches zugleich das Umwenden und die Fortschaufelung der Trockenkohle besorgt. Nach außen sind die Kühlapparate mit 2 mm starken, behufs Regelung der Zufuhr der kühlenden Luft verstellbaren Blechmänteln versehen. Die Entfernung der zur Kühlung verwandten Luft erfolgt durch ein Gebläse, welches in einen Boreasapparat von 4 m Durchmesser ausbläst. Für den Fall, daß letzterer einmal ausgeschaltet werden muß, wird die Luft durch Ausschnitte an der Achse der Kühlteller einer durch den Deckel des Apparates hindurchgeführten Esse zugeleitet werden. Letztere ist für gewöhnlich durch einen Schieber verschlossen. Das Ueberschieben der Kohle über den inneren und äußeren Rand der Kühlteller wird durch mit einem Schenkel aufrecht stehenden Winkeleisen verhindert. — Um ferner zu vermeiden, daß die durch Lagern in dem Sammelraume sich erhitzende Kohle zu heiß zur Brikettirung gelangt, wodurch namentlich in den Sommermonaten die erhaltenen Briketts sich in den Eisenbahnwagen bezw. Lagerräumen erhitzen, sind auf der nämlichen Grube Ottilie Kupferhammer die Füllrümpfe über den Pressen als Kühlvorrichtungen gebaut worden [1]). Die Füllrümpfe sind dabei als vierseitige, am unteren (spitzen) Ende abgeschnittene Pyramiden ausgebildet, welche von zahlreichen, wagerechten, dachförmigen Luftcanälen durchzogen werden (vgl. Fig. 24 und 25). Die Trockenkohle, welche den Füllrümpfen vom Sammelraume aus durch eine Schnecke zugeführt wird, wird beim Hinabrieseln

[1]) Zeitschr. f. Berg-, Hütten- und Salinenw. 1896, 196.

über die Luftcanäle abgekühlt. Die kalte Luft tritt auf der einen Seite der Füllrümpfe frei ein und wird auf der anderen Seite durch einen Abzugsschlot aufgenommen und in das Freie abgeleitet.

Die Staubbildung in den Trockenapparaten, besonders aber in den Hebewerken und Schnecken, ist meist sehr erheblich; oft gehen dadurch 5 bis 10 Proc. der gesammten Kohlen verloren, welche die Umgebung belästigen und zu sehr heftigen Staubexplosionen[1]) führen können. In letzter Beziehung ist der mit den Wasserdämpfen aus den Trockenöfen entweichende Staub weniger gefährlich, als der trockene Staub der Hebewerke, Schnecken und Pressen.

Fig. 24.

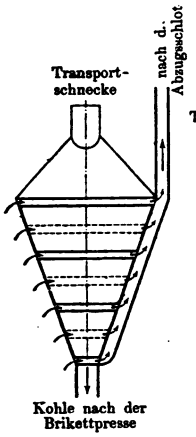
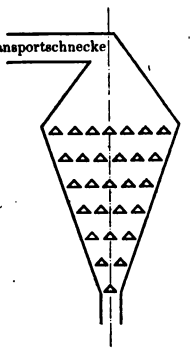



Fig. 25.




Zur Beseitigung dieser Gefahr, bezw. zur Verminderung der Staubbildung oder Wiedergewinnung des Staubes sind verschiedene Vorschläge gemacht. So hat Gruhl[2]) auf dem Gruhlwerke bei Brühl, welches 8 Pressen mit 16 Schulzapparaten besitzt, versucht, den Staub durch Zugumstellung in den Röhrentrocknern in der entgegenkommenden, grubenfeuchten Kohle selbst zurückzuhalten. Aus einer luftdichten blechernen Einkapselung der Vorderseite am Kohleneinfall führt ein schräger Abfallschlot in die Vorlage, auf welchem die Abzugsröhren auffaßen. Der Brasen (Staubprudel) zieht so empor, umgekehrt wie bisher, durch den Apparat der herabrutschenden Kohle entgegen, die den mitgebrachten Staub völlig aufnimmt.

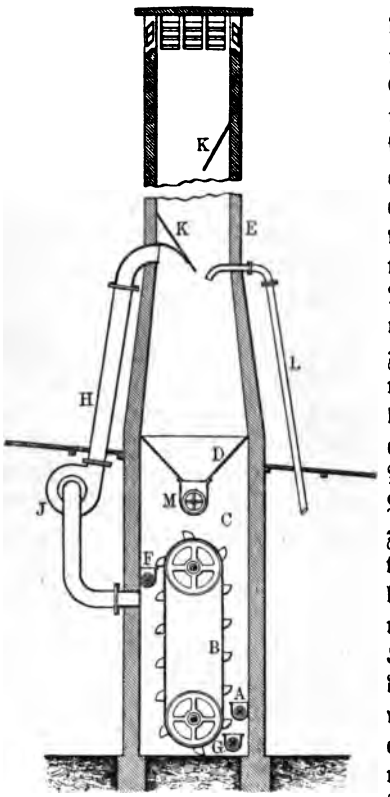
Nach Dorn (D. R.-P. Nr. 41121) wird die von den Trockenöfen kommende Kohle durch die Transportschnecke *A* (Fig. 26, a. f. S.) dem Becherwerke *B* zugeführt, welches in dem unteren, nach oben abgeschlossenen Theil *C* des Schachtes untergebracht ist. Der obere, durch den Boden *D* von *C* getrennte Theil des Schachtes bildet den schornsteinförmigen Aufbau *E*. Die von der Transportschnecke *A* zugeführten und von dem Becherwerke *B* auf Höhe der Füllrichter der Brikettpressen gehobenen Kohlen gelangen in die Transportschnecke *F*,

---

[1]) Explosion in einer Brikettfabrik. Die „Schles. Ztg." meldete aus Senftenberg vom 6. Mai 1894: In der Brikettfabrik von Schöppenthau u. Wolff hatte ein Schlosser einen Trockenofen auszubessern und war in denselben hineingekrochen. Bei der Ausführung seiner Arbeit entfiel ihm aus Versehen ein Stück Eisen, welches beim Aufschlagen Funken erzeugte und eine Explosion des in dem Ofen liegenden Kohlenstaubes hervorrief. Erst nach zwölfstündiger Arbeit gelang es, den verkohlten Leichnam aus dem Ofen, der vollständig eingerissen werden mußte, herauszuheben. Demnach kann selbst abgelagerter Kohlenstaub durch einen Funken zur Explosion gebracht werden. (Vgl. Fischer's Jahresber. 1887, 859.) — [2]) Glückauf 1897, Nr. 45.

welche das Trockengut den Pressen zuführt. In denselben Raum *C* mündet auch die Schnecke *G*, welche das von den Pressen nicht verarbeitete Material dem Becherwerke wieder zuführt. Sämmtliche Schnecken stehen also mit dem geschlossenen Raume *C* in Verbindung, so daß der auftretende Kohlenstaub nicht ins Freie entweichen kann. Zur Fortschaffung dieses Kohlenstaubes aus dem Raume *C* dient das Saugegebläse *J*, dessen Rohr *H* über der Abdeckung *D* des Raumes *C* in den Schornstein *E* mündet. Der im Raume *C* auftretende Staub wird also von *J* angesaugt und in den Schornstein *E* befördert, woselbst er durch das Blech *K* nach unten abgelenkt und durch den dem Rohre *L* entströmenden Dampf niedergeschlagen wird, um von der am Grunde der trichterförmigen Abdeckung *D* liegenden Transportschnecke *M* aufgefangen und naß aus dem Schornstein *E* entfernt zu werden. In dem Schornstein *E* unterhalb des Prellbleches *K* und oberhalb der Abdeckung *D* findet demgemäß eine wallende und wirbelnde, innige Mischung von stark kohlenstaubhaltiger Luft und Dampf statt, so daß erstere zum größten Theile von den Staubtheilchen befreit wird. Der noch verbleibende Staubrest steigt mit Dampf untermischt im Schornstein *E* in die Höhe und trifft auf Prellbleche *K*, so daß eine häufige Abänderung der Bewegungsrichtung und dadurch eine stets erneute Mischung der abziehenden Luft und des abströmenden Dampfes stattfindet.

Fig. 26.




Auf der Preßkohlenfabrik der Grube Möncheberg (bei Cassel) hat man den Schlot der zum Trockenventilator führenden Transportschnecke durch ein gebogenes Blechrohr mit einem zweiten Schlote verbunden und den Abdampf der Maschine in ersteren Schlot eingeleitet. Das Dampfzuleitungsrohr reicht etwas über den Scheitelpunkt des Verbindungskrümmers hinüber; der angesaugte und niedergeschlagene Staub fällt deshalb im zweiten Schlote herab und kann hier in einem Wagen aufgefangen werden. Täglich werden 24 hl Staub bei einer Verarbeitung von 1156 hl Braunkohle, also 2 Proc., niedergeschlagen.

Auf der Grube Maria bei Klein-Räschen (B.-R. Cottbus) sind sowohl die Schnecken für Trockenkohle, wie auch der Trockenkohlenelevator, die Sammelräume und die Dampftelleröfen durch wagerechte Röhren und kleinere geneigte

Canäle mit einem Hauptcanale verbunden, welcher zu einem Flügelgebläse führt. Der dadurch angesaugte Staub wird in den wagerechten Röhren durch Wasserbrause niedergeschlagen und fließt sodann zu einem neben dem Exhaustor befindlichen Schlammheber.

Befriedigende Ergebnisse werden auf den Riebeck'schen Montanwerken, sowie auf mehreren Gruben des Bergrevieres Brühl-Unkel mit dem Staubfänger „Cyklon" erzielt, geliefert von der Maschinenfabrik zu Buckau-Magdeburg. Der Apparat, an einen Schornstein angeschlossen, sammelt den Staub in trockener Form an oder führt denselben auch theilweise ins Freie. Auf Grube Walther's Hoffnung (B.-R. Westlich-Halle) wurde bei einer verarbeiteten Menge von 350 hl Braunkohle 15 hl Staub, das sind etwa 5 Proc., in 24 Stunden gewonnen [1]).

Nach Mittheilungen des Deutschen Braunkohlen-Industrie-Vereins [2]) empfiehlt R. Fischer für die Fortschaffung der Kohle von den Trockenapparaten nach dem Pressen eine Art Kettenpumpe, d. h. eine mit Tellern versehene, durch ein Rohr gleitende Gelenkgliederkette. Die Kette ist in sich selbst zurücklaufend, also endlos, und erhält ihren Antrieb durch ein Daumenrad. — Nach F. Pailliart sollen bei Förderlängen von mehr als $2^1/_2$ bis 3 m in wagerechter Richtung Schnecken, wegen der starken Staubentwickelung, großen Reibung des Fördergutes und hierdurch erhöhten Feuersgefahr, vermehrt durch leichtes Heißlaufen der im Staube laufenden Lager der Schneckenwelle, grundsätzlich durch Staubkohlen-Transportbänder ersetzt werden, welche auf ihren oberen Kräften die Staubkohle, ohne Reibung und Wärmeentwickelung, mit wesentlich geringerem Kraftaufwande bei geringem Verschleiße der arbeitenden Theile befördern, und welche den Transport noch bis zu einer Steigung von 30° gestatten.

In der neuerbauten Brikettfabrik der Grube Mariannensglück bei Kausche soll die Geschwindigkeit der von den Trockenapparaten kommenden, staubgeschwängerten Luft beim Durchstreichen von geräumigen, gemauerten Flugstaubkammern verringert und damit dem Staube Gelegenheit zum Niederfallen gegeben werden [3]). Zu diesem Zwecke ist für je zwei Schulze'sche Röhrentrockenapparate gemeinsam eine Kammer zwischen Oefen und Abzugsschloten eingeschaltet und derartig mit gemauerten Scheidern versehen, daß die Abdämpfe der Trockenöfen mehrmals aufwärts und abwärts geführt werden. Hierbei fällt der größte Theil des mitgeführten Staubes in den unteren, sich verjüngenden Theil der Kammer nieder, von wo er in gewissen Zeitabständen ausgetragen wird. Das wiedergewonnene Gut wird der ungetrockneten Kohle zugesetzt. — Auf der Brikettfabrik der Grube Heye I bei Särchen sind zur Staubabscheidung aus den Abdämpfen je zwei Schulze'sche Trockenapparate mit einem Boreasapparate von 2 m Durchmesser verbunden. Die Abdämpfe werden hier durch Flügelradventilatoren angesaugt und tangential in die Boreasapparate eingeblasen. An den Wandungen der letzteren scheidet sich als-

[1]) Berg- u. hüttenm. Ztg. 1894, 376. — [2]) Deutsche Kohlenzeitung 1894, 919 und 974. — [3]) Zeitschr. f. Berg-, Hütten- und Salinenw. 1896, 196.

dann der größte Theil des Flugstaubes, vermischt mit einigen Wassertropfen, ab, fällt in den unteren, trichterförmig gestalteten Theil des Apparates und aus diesem durch ein Abfallrohr der Pressenzuführungsschnecke zu. Die aus den Mittelröhren der Boreasapparate austretenden Dämpfe gelangen durch besonders weite, gemauerte Schornsteine ins Freie. Die alten gemauerten Abzugsschlote sind als Reserve beibehalten worden; dieselben werden für gewöhnlich durch Klappen geschlossen erhalten, welche sich im Falle einer Explosion selbstthätig nach außen öffnen. Früher wurde der Staub durch Wasserstrahldüsen niedergeschlagen und dem dabei entstehenden dünnflüssigen Schlamme in drei großen Klärbecken Gelegenheit zum Absetzen gegeben. Die Beseitigung dieser nahezu 20 cbm täglich ausmachenden, gänzlich unverwerthbaren Schlammmassen erforderte viel Arbeit. Bei der jetzigen Einrichtung werden nach angestellten Messungen täglich gegen 3,5 t trockener Staub wieder nutzbar gemacht bei einer Production von 17 Doppelwagen Briketts in der nämlichen Zeit. — Von ähnlicher Beschaffenheit wie auf Heyegrube ist die Entstaubungsanlage für die Schulze'schen Röhrentrockenapparate auf der Brikettfabrik I der Grube Ilse bei Bückgen. — Als ein Nachtheil der Boreasapparate hat sich die, wenn auch geringfügige, Beimischung von Condenswasser- bezw. Regenwassertropfen zu dem wiedergewonnenen und zur Verpressung gelangenden Staube bemerkbar gemacht. Man ist bemüht, diesen Uebelstand durch geeignete Einrichtung der Abzugsschlote und der in letzteren angebrachten Abschlußklappen nach Möglichkeit zu beseitigen.

**Braunkohlenpressen.** Zum Pressen der getrockneten Braunkohle wird allgemein die mehrfach verbesserte Exter'sche Presse[1]), welche anfangs nur zum Pressen von getrocknetem Torf bestimmt war (vergl. Bd. I, S. 448), verwendet. Sie gehört zu den Pressen mit offenen Formen, bei denen die Reibung der einzige Widerstand ist, welche dem Preßstempel entgegengestellt wird. Ein Stempel, welcher die Kopfform des auf der Langseite aufrecht stehenden Briketts hat, erhält einen wagerechten Schub, welcher durch die Drehungen einer gekröpften Welle bewirkt wird. Letztere trägt an jedem Ende ein schweres Schwungrad, welches durch je eine vom wagerechten Cylinder aus getriebene Kurbelstange seine Drehungen erhält. Die sehr schweren Schwungräder nehmen die ganze Kraft der Maschine in sich auf, welche nur in einem gewissen, sehr kurzen Zeitabschnitte eine starke Arbeit zu leisten hat. Der Stempel wird so in eine in einem schweren Preßkopfe eingelagerte Preßform eingedrückt. Diese Preßform besteht aus vier Theilen, einem oberen und unteren Formstücke und je zwei Seitenschienen. In diese etwa 1 m lange Form fällt vor den Stempel, wenn er am weitesten zurücksteht, eine abgepaßte Menge getrockneter Kohle. Diese wird durch den Stempel in der Form vorwärts geschoben, welche sich nach vorn hin etwas verengt. Die Reibung der Braunkohle an den aus Hartguß und Gußstahl bestehenden Formwänden wird

[1]) Dingl. Journ. (1855) **138**, 234; **154**, 344; Wagner's Jahresber. 1859, 689; vergl. auch Dingl. Journ. **156**, 5 und 355; **157**, 59 und 103; **195**, 473.

› groß, daß, wenn die Form mit etwa 20 an einander stehenden Briketts ge-
illt ist, der Widerstand bis zu 1500 Atm. beträgt. Ein besonderer Gegen-
:uck ist also nicht vorhanden, nur die Oberflächenreibung erzeugt den Wider-
and. Der Stempel trägt eine vertiefte Marke, welche auf dem ersten Brikett
ıf der dem Stempel zugekehrten Seite erhaben erscheint; der zweite Stein
hält vom ersten wieder die Marke vertieft, auf seiner anderen Seite vom
›tempel die Marke erhaben, so daß also die Briketts auf beiden Seiten mit
:mselben Bilde, das eine Mal vertieft, das andere Mal erhaben, versehen
nd. Hierdurch wird es ermöglicht, 15 bis 20 Briketts gleichzeitig anzufassen
ıd herumzutragen, was sonst ohne Ausübung eines starken Druckes auf die
ıfgegriffenen Briketts nicht möglich wäre. An der Ausmündung der Presse
itet eine aus leichten Winkeleisen angefertigte Führung die Briketts bis in die
ıgerschuppen oder Eisenbahnwagen. Diese Leitungen können mehrere hundert
ieter lang sein und starke Steigung haben.

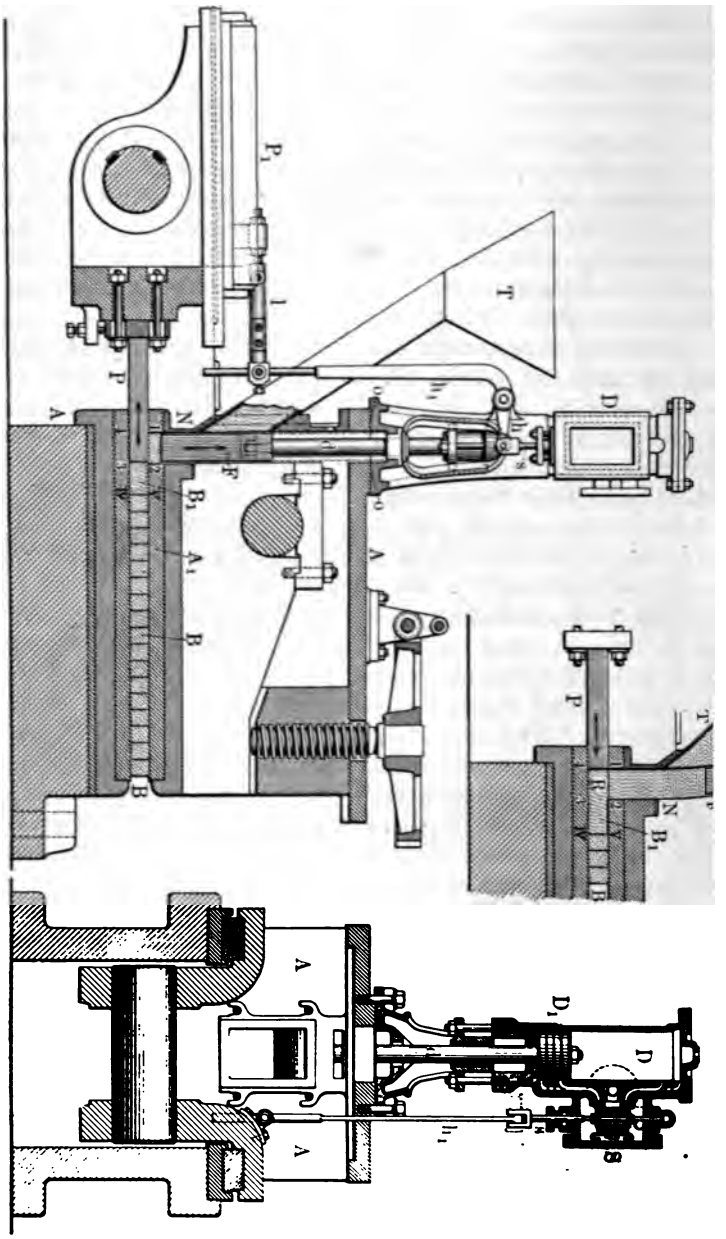
Die Preßkörper wurden früher aus einem einzigen Stücke gegossen[1]), erden jetzt aber meist aus mehreren Theilen zusammengesetzt. Der Preßkopf : (nach R. Jacobi, D. R.-P. Nr. 21478) zu beiden Seiten der Form mit ohlbacken versehen, in welche man Dampf oder Kühlwasser einleiten kann, um i Inbetriebsetzung, bei weicher Kohle auch wohl während des Betriebes zu wärmen, bei harter Kohle aber abzukühlen.

Bei der Reibungspresse der Zeitzer Eisengießerei und Maschinenbau-Actiengesellschaft zeigt Fig. 27 (a. f. S.) den Preßkopf $A$ mit reßform $A_1$ und Preßstempel $P$. Die Form $A_1$ ist mit fertigen Briketts $B$ ısgefüllt, diese drücken elastisch gegen die Umfassungen der Form. Denkt an sich die Presse in Gang und den Preßstempel $P$ bei IV, V stehend ig. 28), so ist der Brikettstrang $B$ in die äußerste Lage geschoben und bleibt ın stehen. Der Stempel $P$ geht dann zurück bis 1, 4 (Fig. 29). Während r Stempel von 2, 3 bis 1, 4 zurückgeht, fällt das im Füllrohre $N$ vor-ndene Material nach unten und füllt den Raum $R$ vor dem Stempel so ıt es kann aus. Beim nunmehrigen Vorgange des Stempels gelangt das reßgut zunächst in den Raum $B_1$ (Fig. 27), alsdann beginnt die Zusammen-eſſung der Kohle bis zu einem Druck, welcher geeignet ist, den eingeklemmten trang fertiger Briketts weiter zu schieben.

Um nun auch, d. h. aus sehr lockerem Preßgut (Sägespäne, Torf u. dergl.), ırke Briketts zu fertigen, erscheint die Vorpressung des Materials durch den ein Fall eines Zuführungskolbens, wie sie im Pat. Nr. 88370 vorgesehen , insofern mangelhaft, als die Größe dieser Pressung nicht genügend geregelt erden kann, um stets Briketts der gewünschten Stärke zu erhalten. Wendet an jedoch zu dieser Vorpressung Dampfkraft an, so kann der Preßdruck jeder-it dem betreffenden Brikettirungsmaterial und der Brikettstärke angepaßt erden. Auf den Preßkopf wird daher nach Pat. Nr. 94299 der Zeitzer abrik bei $o$ ein Dampfcylinder $D$ gesetzt, welcher mittelst Kolbens $D_1$ (Fig. 28) ıd Kolbenstange $d$ direct auf einen mit $d$ fest verbundenen Füllstempel $F$

[1]) Zeitschr. f. Berg-, Hütten- und Salinenw. 33, 155.

(Fig. 27) wirkt. Die Steuerung ist abhängig gemacht von der Beweg Preßkolbens *P*, indem der Steuerschieber *S* durch Schieberstange *s*,



hebel $hh_1$ und Lenkstange $l$ mit dem in bekannter Weise vorwärts und rückwärts bewegten Preßbär $P_1$ verbunden ist.

Kommt der Preßstempel $P$ in der Form $A_1$ in seine äußerste Lage bis IV, V, so bewegt sich die Lenkstange $l$ gleichfalls vorwärts, wodurch Schieberstange $s$ aus der mittleren Lage (Fig. 27 und 28) nach oben verschoben wird. Der Schieber läßt Dampf unter den Kolben $D_1$ treten und der Stempel $F$ geht in die Höhe. Nun fällt das lockere Material aus $T$ in den vom hochgegangenen Füllstempel $F$ frei gemachten Raum. Während der Preßstempel $P$ dann wieder bis 1, 4 zurückgeht, füllt sich auch der Raum $R$ (Fig. 29). In dem letzten Theile der Rückwärtsbewegung des Preßstempels wird der Dampf im Cylinder $D$ wieder umgesteuert, und ehe noch der Preßstempel $P$ wieder seine Vorwärtsbewegung beginnt, drückt der Dampfkolben $D_1$ den Füllstempel $F$ herunter und das Preßgut zusammen, so daß der Raum $R$ mit mehr Material gefüllt wird, wie bei lockerer Füllung. Je nach der gegebenen Spannung des Dampfes erfolgt auch eine stärkere oder schwächere Vorpressung und dem entsprechend werden auch die Briketts stark.

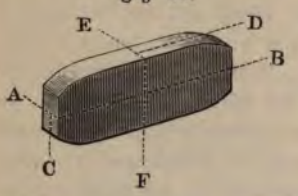
C. Eisengräber (D. R.-P. Nr. 74539) empfiehlt die Anordnung von Vorsprüngen an den Preßformtheilen, um den Preßkohlen eine größere Oberfläche zu geben. Bauermeister u. Söhne (D. R.-P. Nr. 77156) und F. Heye (D. R.-P. Nr. 941107) erzeugen in entsprechender Weise mehrtheilige Briketts.

Bei Inbetriebsetzung einer Presse hat man zunächst Dampf in den Preßkopf einzulassen und, nachdem sich letzterer vollständig angewärmt hat, nasse oder wohl noch besser mit alter Schmiere getränkte Kohle einzufüllen. Während ein Mann die Druckschraube regelt, muß ein anderer die Dampfabsperrung in der Hand halten. Anfangs giebt man nur wenig Druck und Kohle, so viel der Stempel nehmen will, und läßt die Maschine langsam laufen. Kommt zu viel Kohle über den Stempel, so preßt sich wohl ein Pfropfen fest; es ist dann am besten, die Maschine stehen zu lassen und die Kohle herauszumeißeln. Nach anfänglich nasser Kohle läßt man nasse mit etwas trockener gemengt und weiterhin immer trockenere Kohle durch die Presse gehen, bis schließlich die von den Oefen gelieferte Kohle unvermischt aufgegeben wird. Wenn letztere schon bei Beginn des Pressens gegeben wird, so entstehen Verstopfungen und Brüche. Nur allmählich ist der Druck zu verstärken und der Gang der Maschine zu beschleunigen. Anfangs sehen die Briketts in Folge von Unebenheiten der Form schuppig aus. Tritt diese Erscheinung mitten im laufenden Betriebe ein, so liegt der Grund davon in zu trockener Kohle oder zu heißer Form.

Soll eine Pause im Preßbetriebe eintreten, so giebt man vor dem Stillstande am besten mit Oel vermischte Kohle auf; die Presse kann dann beliebig lange in Ruhe verharren und darauf sogleich wieder anstandslos arbeiten. Nasse Kohle vor dem Stillstande einzufüllen, hat den Uebelstand, daß nachher die Form rostet und der Preßbetrieb mit lautem Krachen und Aechzen beginnt. Wenn die Presse erst einmal richtig im Gange ist, treten Verstopfungen wegen zu reichlicher Kohlenzufuhr kaum mehr ein. Mangelhafte Zustellung der Form verräth sich nach Franke bald durch die Beschaffenheit der Briketts. Platzen

dieselben leicht in der Richtung *A* bis *B* (Fig. 30), so fehlt es an Druck, was z. B. vor Beendigung des Preßbetriebes beim Lüften der Stellschraube eintritt. Ein Platzen in der Richtung *C* bis *D* weist darauf hin, daß entweder die Ränder der oberen und unteren Schwalbung nicht in einer Ebene liegen, oder daß zu viel Druck vorhanden ist; dies Platzen setzt sich dann bis zur Blätterigkeit fort, wenn sich ein Pfropfen festkeilt. Platzt der Stein in der Richtung *E* bis *F*, so stehen die Enden der Seiteneinlagen einander nicht gleich gegenüber. Ein Zeichen, daß der Preßbetrieb in Ordnung ist, hat man an dem hellen, scharf abgesetzten Tone, welchen der Preßkopf bei jedem Hube vernehmen läßt, und an dem eigenthümlichen Geruche der aus demselben entweichenden Dämpfe.

Fig. 30.




Aus dem hinteren Ende der Preßform entweicht bei jedem Hube das nicht zum Verpressen gelangte Kohlenklein, welches allerdings zumeist nur aus Staub besteht. Die gröberen Theilchen fallen in die quer hinter den Preßrümpfen im Boden entlang führende und, soweit es geht, bedeckt gehaltene sogenannte Staubschnecke, um von dieser wieder nach dem Trockenelevator befördert zu werden. Der feinere Staub hingegen tritt in den freien Preßraum hinaus, falls nicht Vorkehrungen getroffen sind, denselben aufzufangen oder abzuleiten. Ein Mittel zum Auffangen des Staubes besteht darin, daß man den Raum hinter dem Preßrumpfe mit einem angefeuchteten, einerseits an letzterem, andererseits am Bär befestigten, starken Leinwandtuche bedeckt hält, welches man zeitweise abnimmt und reinigt. Anderwärts findet man diesen Raum mit einem Blechkasten umgeben, aus welchem eine Blechluttentour entweder als Zugesse direct ins Freie, oder nach einem kleinen Langgebläse führt. Oft ist auch der um die Aufgebewalze befindliche Raum des Preßrumpfes mit einem Exhaustor verbunden, und wird dann der Staub von dem Kohlenklein bereits abgesogen, ehe er zur Preßform gelangt. Meist wird der Staub direct in die Luft hinausgeblasen.

Werden die Preßkohlen, welche heiß aus der Presse herauskommen, in Schuppen oder Eisenbahnwagen aufgestapelt, so tritt leicht Selbstentzündung ein; sie dürfen daher anfangs nur in dünnen Schichten gelagert oder müssen vorher gekühlt werden. Man kann nach F. A. Schulz (D. R.-P. Nr. 28840) diese Abkühlung dadurch erreichen, daß die auf etwa 180 m verlängerte, den Preßkohlenstrang führende Rinne spiralförmig gewunden und auf Schwellen wagerecht gelagert und befestigt, oder daß diese Rinne in Form einer Schraubenlinie ausgeführt wird, wobei die einzelnen über einander liegenden Gänge in einem passenden Ständer ruhen können; das Ganze ist zum Schutze gegen Witterungseinflüsse mit Ummantelung und Ueberdachung so versehen, daß die Leitrinne dennoch von allen Seiten von Luft umzogen ist. P. Schmidt (D. R.-P. Nr. 66324) empfiehlt hierfür einen schraubenförmigen Brikettkühler[1]);

[1]) Uebrigens können auch bereits gekühlte Briketts sich noch selbst entzünden. So ereigneten sich nach Angaben des früheren Branddirectors Stude in Berlin da-

Werminghoff (D. R.-P. Nr. 28525) will den aus der Brikettpresse kommenden Strang zum Zwecke der Abkühlung vor der Verladung auf einzelne Gleitbahnen schieben, wobei nach Füllung einer solchen Bahn der Strang abgerissen und auf eine zweite Gleitbahn geleitet wird u. s. w., während nach Füllung sämmtlicher Bahnen die zuerst beschickte durch den frischen Strang zur Verladung vorgeschoben wird und so ein neuer Strangtheil zur Abkühlung gelangt [1]).

Nach W. B. Mc Clure, E. Corning, T. Hodgson u. A. (D. R.-P. Nr. 61119) werden die Preßkohlen, sobald sie die Presse verlassen, in einem kalten Wasserbade in der Weise behandelt, daß man dieselben mittelst eines endlosen Bandes durch das kalte Wasser eines Behälters führt.

Zugleich mit der Abkühlung vollzieht sich aber auch eine Ausdehnung der Briketts. Diese Erscheinung dürfte darauf zurückzuführen sein, daß die dem Kohlenklein mechanisch beigemengte Luft beim Verpressen des ersteren, soweit sie nicht entweichen kann, ebenfalls comprimirt wird und nach Aufhören des äußeren Druckes die einzelnen Kohlentheilchen aus einander drängt, bis das Gleichgewicht wieder hergestellt ist. Die Ausdehnung beträgt etwa $^1/_{30}$ der Länge. Man darf daher die Briketts nicht dicht zusammenschichten. Beim Baue des Vorrathsschuppens ist durch Anbringen von Strebepfeilern auf jenen Umstand Rücksicht zu nehmen. Ebenso empfiehlt es sich, die Schuppen mit einem leichten, aus schlechten Wärmeleitern gebildeten Dache zu versehen, wozu z. B. überkalkte Dachpappe geeignet ist. Bei Berechnung der Größe von Vorrathsräumen gelten folgende Zahlen. Es gehen:

| | | | |
|---|---|---|---|
| auf 1 m | Höhe | 16 | gewöhnliche Briketts, |
| „ 1 „ | Breite | 6 | „ „ |
| „ 1 „ | Länge | 34 | „ „ |

somit auf 1 cbm 3000 Stück. Pro Waggon ist ein Vorrathsraum von etwa 10 cbm nöthig. Drei Preßkohlen von 30 bis 31 mm Dicke wiegen 1 kg.

Die Altenburger Bergbehörde hat nachstehende „Verordnung für Brikettsfabriken“ aushängen lassen:

§. 1. Das Rauchen in den Fabrikräumen ist verboten.

§. 2. In sämmtlichen Fabrikräumen dürfen nur Laternen solider Construction benutzt werden. Dieselben dürfen innerhalb der Fabrik nicht angezündet, geputzt oder mit Oel gefüllt werden; sie dürfen, wenn angezündet, nur verschlossen in Benutzung gegeben werden, dergestalt, daß eine willkürliche Oeffnung ohne den dazu bestimmten Schlüssel nicht erfolgen kann. Den Schlüssel hat der Betriebsführer oder dessen Stellvertreter oder der Laternenreiniger und -anzünder in Verwahrung zu nehmen.

§. 3. Die Materialien zum Putzen der Maschinen dürfen nicht in den Fabrikräumen aufbewahrt werden.

§. 4. Der Staub muß wöchentlich wenigstens zweimal aus sämmtlichen Fabrikräumen gründlich entfernt werden. Dabei ist auch der Staub von den Wänden und Decken abzufegen und möglichst mit Wasser zu sprengen.

---

selbst von Ende Mai 1889 bis Ende Juli 1892, also in drei Jahren und zwei Monaten, 45 Fälle von Selbstentzündung der Kohlenbriketts und vier bei Beinschwarz, Kienruß und ähnlichen kohlenstoffreichen Producten. — [1]) Zeitschr. f. angew. Chem. 1893, 81.

§. 5. Alle Orte, wo unvermeidlich Staub entsteht, sind durch sorgfältigen Verschluß von den übrigen Räumen getrennt zu halten. Dem Staube ist möglichster Abzug in die freie Luft zu verstatten.

§. 6. Es ist für die Anbringung von Einrichtungen, welche den von den Preßmaschinen austretenden Staub kräftig wegzublasen vermögen, sowie für die Umkleidung des Preßkopfes und seiner nächsten Umgebung Sorge zu tragen.

§. 7. Die Umfassungen der Elevatoren für die getrocknete Kohle dürfen nur so weit sein, daß sich das Becherwerk in ihnen bewegen kann, die Wellenlager aber sich außerhalb derselben befinden.

§. 8. Die verdeckten Schneckenräume, sowie die Elevatoren sind mit weiten Röhren zu versehen, welche nach oben in die freie Luft münden. Ebenso sind alle hohlen Räume, in denen Gasansammlungen stattfinden können, mit solchen Abzugsröhren zu versehen.

§. 9. Das gehende Zeug der Maschinen darf unter keinen Umständen während des Ganges geschmiert werden. Auch das Auskehren, sowie irgend eine andere Beschäftigung in der Nähe des gehenden Zeuges darf nicht während des Ganges derselben vorgenommen werden.

§. 10. Die gehenden Maschinentheile sind überall auf das Sorgfältigste zu vergittern oder mit sonstigen Schutzhüllen zu versehen.

§. 11. Zu den Arbeiten in den Fabrikräumen dürfen nur ruhige, nüchterne Männer, die über 21 Jahre alt sind und mit keinem körperlichen Gebrechen behaftet sind, Verwendung finden. Die Arbeiter haben eng anliegende Kleider zu tragen.

§. 12. Es muß eine ausreichende Waschvorrichtung für die Arbeiter vorhanden sein.

§. 13. In den Trocken- und Preßräumen sind zweckmäßige und ausreichende Löschapparate aufzustellen und in gutem Stande zu erhalten, so daß sie jeden Augenblick in Thätigkeit gesetzt werden können.

§. 14. Der unbefugte Zutritt in die Fabrikräume ist verboten.

§. 15. Der Betrieb hat unter fortwährender Aufsicht einer mit den Einrichtungen vollkommen vertrauten Person zu stehen. Bei Tag- und Nachtbetrieb ist diesem Betriebsführer noch ein Stellvertreter beizugeben. Beide Personen unterliegen der Bestätigung durch die Bergbehörde.

§. 16. Der Betriebsführer und sein Stellvertreter sind für Ausführung der Bestimmungen §. 1 bis 14 in erster Linie verantwortlich.

Altenburg, am 30. Dec. 1879.

## Rentabilitätsberechnung

für ein Braunkohlenbergwerk von der Zeitzer Fabrik:

a) für Brikettfabrik mit zwei Pressen, Gebäude für drei Pressen, Leistung 8 D. W. für 24 Stunden;

b) für Brikettfabrik mit zwei Pressen, Gebäude für drei Pressen, Leistung 10 D. W. für 24 Stunden,

Rohkohle 48 Proc. Wassergehalt angenommen.

Fabrikationskosten für 1 Ctr. 50 kg Briketts 8 Pfg.,
Kohlenverbrauch einschl. Feuerkohle für 1 Ctr. Briketts 1,5 hl,
Verkaufspreis für D. W. Briketts 80 Mk. im Jahresdurchschnitt,
Amortisation des Anlagecapitals vertheilt auf 15 Jahre etwa 7 Proc.,
Verzinsung des Anlagecapitals 5 Proc.

## A.

**Anlage mit zwei Pressen, Gebäude drei Pressen, Leistung 8 D. W. für 24 Std.**

### Anlagecapital:

| | | |
|---|---|---|
| Maschinelle Einrichtung | 141 400 | Mk. |
| Gebäude, Fundamente, Schornstein, Wellblechbedachungen, Fenster, Treppen und Thüren | 55 000 | „ |
| Hülfsarbeiter bei der Montage | 7 600 | „ |
| Frachten | 5 000 | „ |
| Riemen und Rohrverkleidungen | 4 500 | „ |
| Elektrische Beleuchtungsanlage | 3 500 | „ |
| Eisenbahngeleiswage einschl. Wagehäuschen | 3 500 | „ |
| Wage für den Landdebit | 1 000 | „ |
| Werkstatteinrichtung | 3 500 | „ |
| Brikettschuppen | 5 000 | „ |
| Summa | 230 000 | Mk. |

### Einnahme:

| | | |
|---|---|---|
| 2400 D. W. das Jahr, 300 Arbeitstage | 192 000 | Mk. |

### Ausgabe:

| | | |
|---|---|---|
| 2400 D. W. Briketts, à 16 Mk., für 1 Ctr. 8 Pfg. Fabrikationskosten | 38 400 | Mk. |
| Amortisation 7 Proc. von 230 000 Mk. | 16 100 | „ |
| Verzinsung 5 Proc. von 230 000 Mk. | 11 500 | „ |
| Summa | 66 000 | Mk. |
| ergiebt Ueberschuß | 126 000 | „ |

oder 1 hl Rohkohle verwerthet sich mit rund 18 Pfg.,
2400 × 200 × 1,5 hl, 720 000 hl, 12 600 000 $17^1/_2$ Pfg.

## B.

**Anlange mit zwei Pressen, Gebäude drei Pressen, Leistung 10 D. W. in 24 Std.**

### Anlagecapital:

| | | |
|---|---|---|
| wie vorstehend | 230 000 | Mk. |
| dazu: | | |
| 1 Kessel mit Armatur | 8 100 | „ |
| Plus durch stärkeres Pressenmodell | 7 000 | „ |
| Plus durch größere Trockenapparate | 12 000 | „ |
| Summa | 257 100 | Mk. |

Einnahme:

| | |
|---|---|
| 3000 D. W. Briketts das Jahr, 300 Arbeitstage, à 80 Mk. . . . . | 240 000 Mk. |

Ausgabe:

| | | |
|---|---|---|
| 3000 D. W. Briketts à 16 Mk., 1 Ctr. 8 Pfennig Fabrikationskosten . . . . . | 48 000 | Mk. |
| Amortisation von 257 100 Mk., 7 Proc. . . . . | 17 997 | „ |
| Verzinsung 5 Proc. von 257 100 Mk. . . . . | 12 855 | „ |
| Summa | 78 852 | Mk. |
| ergiebt Ueberschuß | 161 148 | „ |

oder 1 hl Rohkohle verwerthet sich mit 18 Pfg.,
3000 × 200 × 1,5 hl, 900 000 hl, 16 114 800 18 Pfg.

## 2. Preßkohlen aus Steinkohlen.

Wie die Braunkohlengruben (S. 1), so fördern auch die Steinkohlengruben nicht nur Stückkohlen, sondern auch bedeutende Mengen Feinkohle; häufig haben die Zechen auch für die melirte Kohle nicht hinreichenden Absatz und sind gezwungen, eine Sonderung derselben eintreten zu lassen, um die in der gemischten Kohle enthaltenen Stückkohlen, Würfelkohlen u. dergl. zu gewinnen. Während diese Sorten nun mit höheren Preisen bezahlt werden, bleibt die Feinkohle schlecht verkäuflich zurück, ja oft lagert sie, wenn sie nicht backende Eigenschaften besitzt, die sie zum Verkoken verwendbar machen, oder falls nicht ganz besonders günstige Absatzverhältnisse vorliegen, welche einen Absatz an Ziegeleien, Kalköfen u. dergl. gestatten, völlig unbenutzt und unverwerthet auf der Halde. Zuweilen beträgt sogar die Menge der geförderten Feinkohle einer Zeche die Hälfte von der Gesammtförderung derselben.

Um diese Feinkohle für Hausbrand verwendbar zu machen, formt man sie in der Gegend von Aachen und Lüttich schon seit Jahrhunderten mit etwa 10 bis 15 Proc. Thon zu sogen. „Klütten“ oder boulets oder hochets[1]). 1810 ließ sich Quest das Formen von Kohlenklein mit Thon in Frankreich patentiren; Chabaussière[2]) empfahl dieses Verfahren, welches aber zur fabrikmäßigen Herstellung von Preßkohlen ungeeignet ist.

Bekanntlich lassen sich die meisten Kohlen durch Pressen zusammenballen. Dem entsprechend versuchte Evrard zu Chazotte in Frankreich, Feinkohle durch kaltes Pressen zu formen; die erhaltenen Preßkohlen konnten aber keinen Transport vertragen. Dasselbe Verfahren ließ sich am 8. October 1849 Buckwell in England patentiren, aber ohne besseren Erfolg. Erst als er heiß zu pressen begann, erhielt er bessere Preßkohlen; es wurden aber die Preßmaschinen stark angegriffen. H. Bessemer[3]) (engl. Pat. vom 20. Sept. 1849) empfahl ein Verfahren, Steinkohlen bis zum Erweichen zu erhitzen und dann stark zu pressen, was aber kostspielig war und nur bei ganz fetten Steinkohlen Erfolg hatte. Aehnlich wollten Rees[4]) (engl. Pat. vom 18. Januar 1851), Setter[5]), 1859 die Compagnie Roche-la-Molière et Firminy und 1861 Loup verfahren. Dagegen nahm Baroulier am 24. August 1855 in

[1]) Jars, Metallurgische Reisen 1776, 307. — [2]) Journ. des mines (1812) 30. — [3]) Wagner's Jahresber. 1861, 712. — [4]) Dingl. 122, 184. — [5]) Wagner's Jahresber. 1855, 458.

Frankreich ein Patent, Kohlensteine durch Erhitzen fetter Kohlen in geschlossenen eisernen Formen, ohne Pressen, darzustellen und arbeitete damit bis 1858 auch mit Vortheil zu Grangeneuve bei St. Etienne.

Neuerdings behauptet B. Müller (D. R.-P. Nr. 70481), daß Steinkohlenklein mit 5 bis 12 Proc. Wassergehalt ohne Bindemittel feste Preßkohlen liefert, wenn es bei 40 bis 70° auf 800 bis 3000 Atm. Druck gepreßt wird.

Weinert[1]) formte Kohlenklein mit fettem Torf als Bindemittel zu Ziegeln. In entsprechender Weise will A. Fuchs (D. R.-P. Nr. 68015) Kohlengruß mit für sich, ohne besondere Erhitzung, brikettirbaren Braunkohlen oder Torf, welche in möglichst fein zertheilten Zustand übergeführt sind, mengen und dann das Gemisch in üblicher Weise durch Pressen zu Kohlenziegeln formen.

Als Bindemittel für Kohlenklein wurden vielfach unorganische Stoffe verwendet. Abel (engl. Pat. vom 28. Nov. 1872) wollte Kalkwasser, Batemann (Wagn. Jahresber. 1872, 896) Kalk mit Blut, Martin (engl. Pat. vom 20. Febr. 1873) Kalk und Thon, Gardner (1872) Cement verwenden; Deere (engl. Pat. vom 5. Aug. 1872) empfahl Wasserglas mit Thon. Schon 1858 mit Wasserglas ausgeführte Versuche[2]) fielen unbefriedigend aus.

Nach F. Hulwa (D. R.-P. Nr. 50601 und 63412) hat es sich bei der Herstellung von sogen. Briketts mit Erdalkalialbuminat[3]) als vortheilhaft erwiesen, die Erdalkalien ganz oder theilweise durch Gerbsäure bezw. Gerbstoff oder solche enthaltende Flüssigkeiten oder Stoffe zu ersetzen. In diesem Falle bilden sich in der zu formenden Masse an Stelle der oder neben den Erdalkali-Proteïnstoff- bezw. Eiweißkörperverbindungen Verbindungen der Gerbsäure mit den Proteïnstoffen bezw. Eisweißkörpern.

H. Lenk (D. R.-P. Nr. 13371) macht den sonderbaren Vorschlag, Gadolinit (Yttererde) mit basischem Calciumphosphat im Verhältniß von 1 : 300 zu mischen, mit 60 Proc. Wasser zu befeuchten, dann Aethylschwefelsäure hinzuzufügen und das Ganze in einem Kessel zu gallertartiger Masse einzudampfen, welcher noch Ozokerit zugesetzt werden kann. Dieses Bindemittel soll mit Kohlenklein im Verhältniß von 7 : 100 gemengt und geformt werden.

Zur Herstellung von Preßkohlen werden nach O. Eckardt (D. R.-P. Nr. 56793) etwa 60 Thle. Kali- bezw. Natron- oder Doppelwasserglas mit etwa 10 Thln. fein gemahlenem und geglühtem Zinkoxyd und etwa 60 Thln. Holzkohlenpulver gemischt. Auf je 10 Thle. Kohlenklein, welches in demjenigen nassen Zustande verwendet wird, wie dasselbe von der Aufbereitung fällt, wird je 1 Thl. dieses Bindemittels genommen und durch mechanische Vorrichtungen eine innige Mischung beider hergestellt, welche dann unter hohem Druck in Formen gepreßt wird. Die Umsetzung zwischen dem Zinkoxyd und dem Wasserglas soll nach einiger Zeit vollendet sein und das gebildete Zink-Alkalisilicat die Kohlentheilchen zu einer festen Masse vereinigen, welche durch

[1]) Dingl. 64, 160. — [2]) Zeitschr. f. Berg-, Hütten- und Salinenw. 1860, 201. — [3]) Fischer's Jahresber. 1890, 31.

Witterungseinflüsse nicht verändert wird und selbst einige Zeit im Wasser liegen kann, ohne zu zerfallen.

G. Spiecker und F. Hüppe (D. R.-P. Nr. 41118) empfehlen auf 100 kg Kohlengruß 1 kg Colophonium (oder 2 kg Steinkohlenpech), 2 kg Calciumoxyd und 60 g Borsäure.

A. Gurlt (D. R.-P. Nr. 16792) empfahl als Bindemittel gebrannten Dolomit oder andere, Magnesiumoxyd enthaltende Stoffe mit Chlormagnesium. Nach ferneren Angaben desselben[1]) werden der Feinkohle 5 Proc. eines Gemisches von 1 Thl. Chlormagnesium mit 2,5 bis 4 Thln. Magnesia zugesetzt. Die trockene Feinkohle wird zunächst mit der trockenen Magnesia in einer Mengtrommel oder einem anderen geeigneten Mengapparate sehr sorgfältig gemengt. Das Chlormagnesium wird dann in der erforderlichen Menge Wasser gelöst und in einer zweiten Mengtrommel mit dem trockenen Gemische von Feinkohle und Magnesia sehr gut durchgearbeitet. Die so erhaltene Mischung darf nicht naß, sondern höchstens feucht sein und, theoretisch genommen, sollte ihr Wassergehalt nicht mehr betragen, als beim Erhärten des Magnesiacementes chemisch gebunden wird; in der Praxis freilich wird der Wassergehalt immer etwas größer sein, doch darf er nicht so groß sein, daß bei dem darauf folgenden Pressen Flüssigkeit ausgepreßt wird, denn diese Flüssigkeit enthält das Chlormagnesium, welches zur Bildung des Magnesiacementes dienen soll. Im Allgemeinen hat man also darauf zu achten, daß die Mischung möglichst trocken unter die Preßmaschine gelangt. Das Pressen der Masse zu Briketts soll bei einem Drucke stattfinden, der möglichst groß ist, etwa 150 bis 250 kg auf 1 qc Oberfläche. Da bei der geringen Menge des zugesetzten Bindemittels die einzelnen zusammenklebenden Kohlentheile höchstens mit einem dünnen Häutchen desselben überzogen sein können, so müssen ihre Oberflächen einander nach Möglichkeit genähert werden, damit sie zusammenhaften. Bei dem Zusammenpressen darf aber keine Flüssigkeit auslaufen, da sie einen Bestandtheil des Magnesiacementes fortführen würde. Die aus den Preßmaschinen hervorgehenden Steine besitzen gleich eine solche Cohäsion, daß sie, mit gewöhnlicher Vorsicht behandelt, zusammenhalten, um nach dem Lagerorte geschafft zu werden, wo sie erhärten sollen.

Zur Herstellung von an der Luft erhärtenden Briketts wird nach Loé (D. R.-P. Nr. 63400 und 66939) der zu verarbeitende Stoff, Torf, Holzabfälle, Kohlenklein oder dergl., zunächst auf das Ausbringen an Kohle und deren Aschengehalt untersucht. Dann folgt eine Bestimmung der Asche hinsichtlich ihres Gehaltes an Thonerde, Kieselsäure und Kalk, sowie eine annähernde qualitative Bestimmung der Form, in welcher diese Bestandtheile enthalten sind. Es erfolgt nun das „Alkalisiren des Kaolins oder der Puzzolanerde", indem man in geeigneten Mischmaschinen diese Stoffe mit frisch gelöschtem Kalk, Dolomitkalk, Kalk und Magnesia, Natronkalk, je nach Zusammensetzung der Aschen, in der Weise innig mischt, daß, wenn Thonerde und

[1]) A. Gurlt, Die Bereitung der Steinkohlenbriketts (Braunschweig 1880), S. 52.

Kieselsäure vorherrschend waren, das Alkali, wenn Kalk vorherrschend war, der Silicatzuschlag überwiegt. Das Gemisch wird in Koksöfen verkokt, wobei die Nebenproducte gewonnen werden können. Der vollständig abgegaste Kammerinhalt wird mit wenig Wasser zu einem steifen Brei angerührt und nach vollzogenem Abbinden, was sich durch ein Flüssigerwerden der Masse zu erkennen giebt, in Brikettirmaschinen gepreßt.

Nach G. Chambaud (D. R.-P. Nr. 61060) sollen schwefelhaltige Kohlen, besonders Braunkohlen, mit Pech, Eisenoxyd und Dolomit gemischt werden. Wie vorauszusehen, hat sich dieses Verfahren nicht bewährt.

W. C. Wallner und H. Pazolt (D. R.-P. Nr. 68770) wollen die Rauchbildung dadurch vermeiden, daß den Kohlen Dolomit, Magnesit, Marmor oder Mergel zugesetzt wird, „damit durch ununterbrochene Gasentwickelung die Theerklügelchen des Rauches beständig fein vertheilt und so der Verbrennungsluft zugänglich gemacht“ werden; ferner setzen sie der Kohle bis 2 Proc. Schwefelkies zu, „durch dessen Verbrennung schweflige Säure entsteht, welche die Oel- und Theerklügelchen fein zertheilt. Um jedoch die schädlichen Wirkungen der schwefligen Säure (die Dämpfung des Feuers und den unangenehmen Geruch) zu beseitigen, fügt man dem Brennmateriale noch Substanzen zu, welche die schweflige Säure binden, z. B. gebrannten oder ungebrannten Kalk. Je nach dem Fettgehalte der Steinkohle ist ein größerer oder geringerer Zusatz von Mineral nöthig. Bei magerer Kohle etwa 5 Proc., bei mittlerer 8 Proc., bei fetter bis zu 15 Proc.“ Die Herstellung des Brennstoffes geschieht dadurch, daß man gewöhnliche Steinkohle gepulvert oder gekörnt mit dem Minerale gehörig mischt, mit etwa 2 Proc. Reis, Dextrin oder Zucker als Bindemittel versetzt und zu Briketts preßt. — Entweder wirkt die Schwefligsäure und dann ist sie für die Umgebung sehr schädlich, oder sie wird von dem Kalke gebunden und dann hat sie keinen Einfluß auf den Rauch.

Die Standard Coal and Fuel Co. (D. R.-P. Nr. 61034, 61035, 61036, 62470, 62809, 62810, 70820) will den Kohlen Glaubersalz, Salpeter, Salmiak, Soda u. dergl. zusetzen. Für solchen Unsinn wären keine sieben Patente erforderlich gewesen [1]).

Alle unorganischen Bindemittel erhöhen den Aschengehalt der Kohlen und vermindern die Brennbarkeit derselben.

Organische Bindemittel. Riegel verwendete 1860 zu Reschitza Oelkuchen, dann (Wagn. Jahresb. 1870, 778) Mehlkleister, Lodge (engl. Pat. vom 13. Oct. 1871) Mehlkleister und Theer. Balke [2]) mischte die Kleinkohle mit 0,7 Proc. Kartoffelstärke, Piddington (belg. Pat. 1858) mit Dextrin. Dorstewitz, E. O. Schmiel und O. Ullrich (D. R.-P. Nr. 65123) wollen Steinkohlenklein, Koks u. dergl. mit so viel einer 2- bis 3proc. Abkochung von Reisstärke versetzen, daß sich die Masse ballen läßt, dann unter einem Drucke von 100 Atm. pressen; die so erhaltenen Preß-

[1]) Vergl. Fischer's Jahresber. 1892, 9; 1894, 12. — [2]) Mitthl. f. Gewerbfl. 1886, 139.

kohlen sollen besonders für Hausfeuerungen verwerthbar sein. Um sie wetterfest zu machen, wird dem Stärkekleister Leim und Kaliumdichromatlösung zugesetzt; der durch Licht und Druck unlöslich gewordene Chromleim soll die Steine mit einem wasserdichten Ueberzuge versehen. Andere Stärkearten oder Dextrin sollen weniger günstig wirken als Reisstärke.

Th. W. Lee (D. R.-P. Nr. 78563) will 100 Thle. Kohlen mit 2 Thln. Kalk mischen, oder mit Stärke, Baryt, Strontian u. dergl. A. George (D. R.-P. Nr. 97538) empfiehlt den Stärke- oder Mehlkleister mit Gerbstoffextracten oder anderen antiseptischen Mitteln zu versetzen, um Schimmelbildungen zu verhüten. Bei Stärkekleister kann z. B. Kastanienextract oder naphtalinsulfosaures Natron verwendet werden.

Saltery (D. R.-P. Nr. 31715) empfiehlt als Bindemittel Melasse.

Um die mit Melasse hergestellten Preßsteine wetterbeständig zu machen, wird nach Stamme u. Comp. in Hannover (D. R.-P. Nr. 39505) die Melasse mit 10 Proc. Leinöl versetzt. Mit dieser Mischung wird Erz, Kohlenklein u. dergl. kalt angefeuchtet und unter einem Drucke von 450 kg auf 1 qc in Formen gepreßt. Die so hergestellten Formstücke werden alsdann bei einer Temperatur von 200 bis 250° gedarrt, nicht, wie bei der Anwendung von Melasse ohne Leinölzusatz, nur an der Luft getrocknet. Bei diesem Darrprocesse tritt ein Theil des Leinöles an die Oberfläche, während der Rest in der Masse verbleibt und vor Feuchtigkeit schützen soll.

Nach E. Natanson und Th. E. Tyborowski (D. R.-P. Nr. 85152) mengt man Kohlenstaub zuerst mit etwa 1 bis 3 Proc. gepulvertem, gelöschtem Kalk und dann mit ungefähr 8 bis 10 Proc. Melasse. Die so zubereitete Masse wird in Formen gepreßt. Beim Pressen geht die Melasse mit dem Kalk eine Verbindung ein, und die dabei entstehenden Kalksaccharate, welche bald erhärten, machen in kurzer Zeit das Gemenge zu einer harten, dauerhaften und schwer zerbrechlichen Masse.

Zur Herstellung von Preßkohlen empfiehlt H. Zippert (D. R.-P. Nr. 67890) die Verwendung von Weinheferückständen, Kühlschleim, Schlempe und dergl. Abfälle der Brauereien und Brennereien als Bindemittel für Kohlenschlamm.

Nach W. Knötgen in Teplitz (österreich. Pat. vom 30. Dec. 1885) werden für je 50 kg Kohlenstaub 30 g Seetang mit 3 Liter Wasser gekocht, dann 0,5 kg Wasserglas und 2,5 kg Pechabfälle zugesetzt. Das Gemenge wird mit dem Kohlenstaube angerührt und zu Kohlenziegeln geformt.

Nach J. N. Mörath und F. Schulz (D. R.-P. Nr. 65136) wird Kieselsäure in gelöstem Zustande mit Waldmoos gekocht und je nach der Magerkeit der Kohle diese schleimige Abkochung mit mehr oder weniger in Wasser gelöster Kieselsäure vermischt, um dann sofort durch eine starke Presse brikettirt zu werden. Nach dem Trocknen der Briketts werden dieselben dann nochmals angefeuchtet und wieder getrocknet. Derartig hergestellte Preßsteine sollen nicht riffig werden und auch bei längerem Lagern nichts von ihrem Brennwerth verlieren. Sie brennen angeblich vollkommen geruchlos; ihr Aschengehalt wird durch die geringe Beimengung von Kieselsäure kaum erhöht, während sie nach

dem Lagern weniger Asche enthalten als die Briketts, die, nach anderer Methode hergestellt, einige Monate aufgestapelt gelegen. Sehr magere Kohle muß vor dem Zusatze des Bindemittels erwärmt werden; Steinkohle verträgt einen höheren Grad von Hitze, bei Braunkohle darf eine Temperatur von 70 bis 90° nicht überschritten werden.

Rittler[1]) will auf 100 hl Kohle 266 g Carraghenmoos verwenden. Zum Gebrauche wird das Carraghenmoos erst in kaltem Wasser aufgeweicht und mit dem etwa 200fachen Gewichte Wasser unter einem Drucke von 3 Atm. gekocht. In zwei bis drei Stunden ist dann das Moos vollständig in eine gallertartige Masse verwandelt, welche vermittelst eines Schlauches zu dem Mischtroge gelangt. Sie muß frisch verwandt werden, da sie beim Stehen leicht in Gährung übergeht. Sie wird mit dem Kohlenklein entweder mit der Hand gehörig durchgerührt oder durch Maschinen gemischt, die teigige Masse in die gewünschte Form gepreßt. Die erhaltenen Steine werden mit Hülfe des abgehenden Dampfes der Betriebsmaschine auf 45 bis 50° erwärmt, im Winter unter Zuhülfenahme directer Feuerung auf 70°, wodurch sie in 17 bis 19 Stunden austrocknen. Das Verfahren hat sich auf der Grube zu „Segen Gottes“ bei Brünn bewährt.

Holzschliff wurde als Bindemittel von C. Hilt empfohlen (D. R.-P. Nr. 7590). Die damit auf Grube Neu-Laurweg bei Kohlscheidt angestellten Brikettirungsversuche haben insofern ein recht günstiges Resultat geliefert, als die mit einem Zusatze von 5 Proc. feuchter Papiermasse bei 200 bis 300 Atm. gepreßten und hierauf gut getrockneten Briketts fast dieselbe Festigkeit erreichten, wie die mit Pech dargestellten, sie konnten jedoch keine Nässe vertragen.

Besser als alle diese Stoffe hat sich Steinkohlentheer bezw. Theerpech bewährt.

Stirling mischte Kohlenabfall mit Theer und trocknete die fertigen Steine bei 120° (engl. Pat. vom 20. März 1840). Marsais[2]) stellte seit 1836 seine künstlichen „Peras“ durch Mischen von Steinkohlenabfall mit 7 bis 8 Proc. Steinkohlentheer her; ähnlich die Brikettfabriken von Givors und Chazotte[4]) und Dehaynin und Hamoir[5]).

E. Jenkner (D. R.-P. Nr. 61166) bringt das Gemenge von Steinkohlenstaub mit Theer in einem Wasserbade zum Sieden und formt darauf nach erfolgter Abkühlung auf der Presse zu Briketts. Nachdem das Material geformt ist, wird es sofort in einen Raum, welcher etwa 36 bis 40° Wärme hat, gebracht und schnell getrocknet, so daß nicht nur das in dem Producte befindliche Wasser rasch verdampft, sondern auch der zugesetzte Theer und die durch die vorhergegangene Abkochung aus der Kohle selbst getretene theerige Substanz sich um die Kohlentheilchen verdichten soll. Danach kommen die Briketts in einen Kühlraum, um die Wärme ebenso schnell, wie sie zugeführt ist, den Briketts wieder zu entziehen.

---

[1]) Wochenschr. des Ver. deutsch. Ing. 1880, 199. — [2]) Zeitschr. f. Berg-, Hütten- und Salinenw. 28, 174. — [3]) Dingl. 1851, 119, 420. — [4]) Das. 1859, 154, 336. — [5]) Wagner's Jahresber. 1855, 462; 1856, 433.

Nach J. Bowing (D. R.-P. Nr. 58708) werden Kohlengrus, Koks oder ähnliche Stoffe in angefeuchtetem Zustande in einen dampfdichten, einem höheren Dampfdrucke Widerstand leistenden Behälter gebracht und auf die Oberfläche des Kohlengrus u. s. w. die erforderlichen Mengen Theer geschüttet. Hierauf wird das Gefäß geschlossen und durch eine im Deckel desselben angebrachte Röhre Dampf zuströmen gelassen, der von der oberen Kohlenschicht aus durch die ganze Masse des Kohlenabfalles dringt und durch eine am unteren Theile des Behälters angebrachte Oeffnung austreten kann. In dem abfließenden Wasser sind verschiedene nutzbare Theerproducte enthalten, welche gesammelt und abgetrieben werden können. Es sollen auf diese Weise alle flüchtigen Theerproducte gewonnen und verwerthet werden können, während in dem Behälter ein Gemenge von Kohlengrus und Theerrückstand zurückbleibt.

Um das, bei Anwendung von Theer erforderliche, lästige Trocknen zu vermeiden, vermischte Dobree [1]) zur Herstellung seines „Carboleïns" den Kohlenstaub mit Asphalt. Auch zu Brandeisl in Böhmen [2]) und bei Lüttich [3]) verwendete man mit bestem Erfolge Steinkohlenpech (Asphalt, brai sec). Aehnlich sind die Verfahren von Wylam [4]), Kaiser [5]) u. A. [6]).

E. Fiedler (D. R.-P. Nr. 16017) will die von der Halde kommenden Staubkohlen mit Theer mischen unter der Hinzufügung von Kreide und Schwefelsäure oder Salzsäure; erdige Kohlen erhalten außerdem einen Zusatz von Soda oder Kochsalz. Die aus diesen Massen gepreßten Steine sollen durch die entwickelte Kohlensäure ein lockeres Gefüge erhalten, wodurch bei der Verbrennung dem Sauerstoff der Zutritt erleichtert werden soll, die Haltbarkeit aber auch sehr fraglich wird.

Zur Herstellung rauchlos brennender Preßkohlen will die Actiengesellschaft für Theerproducte in Haeren (D. R.-P. Nr. 63648) den Kohlenstaub mit Theer mischen, welcher mit Schwefelsäure behandelt ist. Das Verfahren dürfte kaum ernstlich in Frage kommen.

G. Hüttemann und G. Spiecker (D. R.-P. Nr. 68284) empfehlen als Bindemittel Harzpech, welches beim Destilliren von Harzen bei etwa 260 bis 300° zurückbleibt. Dieses Harzpech mischt man in flüssigem oder in erstarrtem, trockenem Zustande (in letzterem Falle vortheilhaft mit Hülfe einer Schleudermühle) innig mit dem zu verarbeitenden Grus. Die Mischung wird nach dem durch Dampf zu bewirkenden Erwärmen unter starkem Drucke gepreßt. Ein Zusatz von 5 bis 6 Proc. von dem beschriebenen Harzpech zu dem zu verarbeitenden Grus ist im Allgemeinen ausreichend. Nach ferneren Angaben derselben (D. R.-P. Nr. 86827) werden 3 bis 3,5 Proc. Steinkohlentheerpech und 1 Proc. Harz zugefügt.

Zur Herstellung von Preßkohle aus Kohlenklein, Koksklein u. dergl. will H. Martin (D. R.-P. Nr. 39432) Holztheer oder auch Kohlentheer in einem Kessel erwärmen und durch Zusatz von Natron- oder Kalilauge verseifen. Diese

[1]) Dingl. 1844, 94, 244. — [2]) Das. 1861, 159, 30; vergl. Wagner's Jahresber. 1863, 760. — [3]) Dingl. 1860, 157, 105; Wagner's Jahresber. 1860, 651. — [4]) Wagner's Jahresber. 1861, 711; vergl. auch 1862, 728. — [5]) Das. 1868, 800. — [6]) Dingl. 1865, 178, 464.

dem Lagern [illegible] [illegible] die genannt
hergestellt, [illegible] [illegible]. Auf 100 Thle. Kr[illegible]
dem Zusatze des [illegible] [illegible]atronlauge genügen.
höheren Grad von [illegible] [illegible] als Bindemittel alte D[illegible]
nicht überschr[illegible] [illegible] Eindringen der Fett-, Wach[illegible]
Ritter [illegible] [illegible]nig in harten, filzigen Zust[illegible]
Zum Gebrauche [illegible] [illegible] zerkleinerte Bindemittel [illegible]
und mit dem [illegible] [illegible] gemischt, worauf die Masse [illegible]
gekocht. [illegible]
gallertartige [illegible] [illegible] weiche Peche, d. h. solche, wel[illegible]
Mischtröge [illegible] [illegible] bei 30 bis 40° Erweichungspu[illegible]
leicht in [illegible] [illegible] Nach G. Lunge[1]) verwendet [illegible]
Hand geb[illegible] [illegible] von 50 bis 60° Erweichungspu[illegible]
die gewünscht[illegible] [illegible]
abgehenden [illegible] [illegible]mälzt bei 60°
unter [illegible] [illegible] „ 100°
Stunden [illegible] [illegible] „ 150 bis 200°
Gottes [illegible] [illegible] man die Temperatur, bei welcher [illegible]
[illegible] [illegible]drehen läßt.
Nr. 759 [illegible] Nach Schenk zu Schweinsberg [illegible]
Brikett[illegible] [illegible] als weiches Pech solches bezeich[illegible]
die mit [illegible] [illegible]gen Schmelzpunkt unter 60° liegt, [illegible]
gepreßten [illegible] [illegible]telhart bei 60 bis 99°, als hart [illegible]
wie die [illegible] [illegible]0° schmelzendes.
[illegible] Zur Bestimmung des Schmelz[illegible]
bewahrt. [illegible]unktes des Peches und des Zustand[illegible]
[illegible] [illegible]üssig" giebt man einer etwa 7 mm wei[illegible]
Steine [illegible] [illegible] 25 cm langen Glasröhre durch Bieg[illegible]
1836 [illegible] [illegible] Ausziehen über einer Flamme die [illegible]
[illegible] [illegible] Fig. 31 dargestellte Form. Hierauf füll[illegible]
Cha[illegible] [illegible] den unteren gebogenen Theil bis [illegible]
[illegible] Linie *ef* mit fein gestoßenem Pech [illegible]
kohle[illegible] [illegible] das Pech zu weich ist, als daß es [illegible]
nach [illegible] [illegible]ßen läßt, formt man kleine Kügelchen
[illegible] [illegible] füllt damit den unteren gebogenen
[illegible] [illegible] Theil. Auf die Pechfüllung giebt man
[illegible] [illegible] Tropfen Quecksilber. Sodann zieht
[illegible] [illegible] einer Flamme zu einer Haarröhrchen-
[illegible] [illegible] dem Apparat befestigt man einen Platin-
[illegible] [illegible] Schlinge, *b*, [illegible] und *d* Ringe von Platin-
[illegible] [illegible] des Apparates dient, zu welchem
[illegible] [illegible] gesteckt wird. Der Apparat wird hierauf

[illegible] des Steinkohlentheers und Ammoniaks, 3. Aufl.,
[illegible] [illegible] Berg- und Hüttenw. 1896. 463.

ein Glas mit Waſſer neben einem Thermometer, welches ebenſo tief als gebogene untere Ende eintaucht, aufgehängt und ſodann mit der ſehr lang- ren Erwärmung des Waſſers begonnen. Iſt der Schmelzpunkt des Peches eicht, ſo giebt ſich dieſes dadurch zu erkennen, daß das Aufſchwellen des ches anfängt; die beginnende Schmelzung des Peches iſt am deutlichſten an unteren Kniebiegung und an der unterſten Spitze des Apparates wahr- mbar. Sobald dieſes Aufſchwellen des Peches eintritt, lieſt man die Grade Thermometer ab, welche nun den Schmelzpunkt des Peches angeben. Nun t man die Erwärmung langſam fort, wobei das Pech in dem Röhrchen auf- igt und der Queckſilbertropfen niederſinkt und bald von der flüſſigen Pech- ſſe umſchloſſen wird. Dieſen Flüſſigkeitszuſtand des Peches, bei welchem ganze untere gebogene Theil des Röhrchens mit geſchmolzenem Pech und eckſilber ausgefüllt iſt, nennt man den „flüſſigen“ Zuſtand oder den ktiſchen Schmelzpunkt des Peches. Der Temperaturgrad, bei dem dieſe Er- einung eintritt, wird ebenfalls an dem Thermometer abgeleſen. Praktiker ifen das Pech meiſt nur auf die Kauprobe, d. h. ſie kneten eine Probe iſchen den Zähnen. Auf das Verhalten im Feuer bezw. Rauchbildung läßt Koksprobe (Bd. I, S. 112) Schlüſſe ziehen[1]). —

Die verwendete Kohle ſoll möglichſt wenig Aſche enthalten; als höchſten chengehalt der Preßkohle werden meiſt 6 Proc. angenommen. Oft werden ier die Kohlen, mit Ausnahme der Staubkohle, vorher in bekannter Weiſe aſchen und dann getrocknet. Den Waſſergehalt der Kohle kann man auch urch herabmindern, daß man den feinen Kohlenſtaub nicht wäſcht, ſondern vorher trocken abſpült und dann ſpäter mit der gewaſchenen Feinkohle ngt, wodurch die in dem Gemenge enthaltene Waſſermenge natürlich ver- gert wird. Am beſten iſt es, wenn das zum Brikettiren verwandte Kohlen- n nicht über 5 Proc. Waſſergehalt hat; je geringer der Waſſergehalt iſt, o leichter wird das Brikettiren von ſtatten gehen. Auf 100 kg Kohlen den 9 bis 10 kg vorher gemahlenes Pech verwendet.

Das Miſchen der zerkleinerten Kohlen mit Theer oder den ſonſtigen ndemitteln geſchieht bei gewöhnlicher Temperatur, z. B. mit der Miſch- richtung von M. Balke (D. R.-P. Nr. 35416). Bei Verwendung von h bringt man die Kohlen mit dem Bindemittel in einen Wärmofen.

Bei dem Wärmofen von O. Heim (D. R.-P. Nr. 26901) befindet der Feuerung *i* (Fig. 33 u. 34, a. f. S.) gegenüber der Canal *q*, in welchem i Schieber *d* und *s* angebracht ſind und der durch die Oeffnungen *f*, *g* und *h* den übrigen Ofenräumen in Verbindung ſteht. Die Gaſe der Feuerung ichen zwiſchen den beiden Gewölben *A* und *B* entlang, treten durch die ffnung *f* in den Canal *q* und von da bei geöffnetem Schieber *d* und ge- offenem Schieber *s* über den Tiſch *w*, dann durch die im Mauerwerke aus- arte Oeffnung *v* unter den Tiſch und von da durch die Oeffnung *h* und Canal *q* nach dem Kamine. Bei dieſer Stellung der Schieber und Führung Verbrennungsgaſe wird die auf dem Roſte *i* erzeugte Wärmemenge am

[1]) Vergl. auch Zeitſchr. f. angew. Chemie 1894, 449.

[illegible] ausgenutzt, wie dies in der Praxis der gewöhnliche Fall sein wird, soll jedoch, was auch vorkommt, der Hitzegrad ermäßigt werden, so wird die Oeffnung *f* durch den Schieber *d* geschlossen, der Schieber *s* dagegen geöffnet, so daß die Feuergase durch die Oeffnung *f* und den Kegel *q* direct zum Kamine gehen. Endlich kann man die beiden Schieber *d* und *s* nur theilweise öffnen oder schließen, so daß ein Theil der Feuergase direct nach dem Kamine, ein Theil jedoch über den drehbaren Tisch *w* geht. Die Achse des Tisches *w* ist, wie gewöhnlich, oben in dem eingemauerten gußeisernen Cylinder *a* gelagert und wird durch Kegelräder angetrieben. Am Blechmantel *o* des Ofens sind gußeiserne Kästen *c* angeschraubt; in diesen und dem Cylinder *a* sind mit Stiften versehene Eisenstangen *n* befestigt, welche den Zweck haben, das Gemenge von Kohle und Pech fortwährend umzurühren. Die gleiche Aufgabe erfüllen auch die sogen. Jalousien *e*; es sind dies Bleche, welche auf der einen Seite an einer festen, auf der anderen an einer beweglichen Stange befestigt sind, wodurch man ihnen eine mehr oder weniger schräge Stellung geben kann. Das Gemenge von Kohle und Pech wird in den Cylinder *a* aufgegeben und fällt auf den Tisch *w*; ein an dem Cylinder *a* befestigter Abstreicher *x* bringt die Kohle in den Bereich der Rührstäbe *n* und der Jalousien *e*; letztere schieben die Kohle durch die schräge Stellung der Bleche allmählich vom Mittelpunkte des Tisches nach dessen Umfange, wo dieselbe durch einen Abstreicher *z* abgestrichen wird, um mittelst einer Transportschnecke nach der Presse zu gelangen.

Fig. 33.

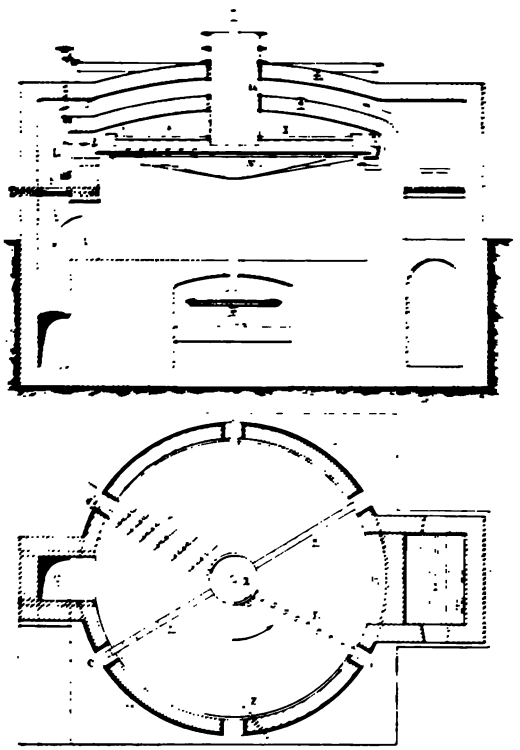
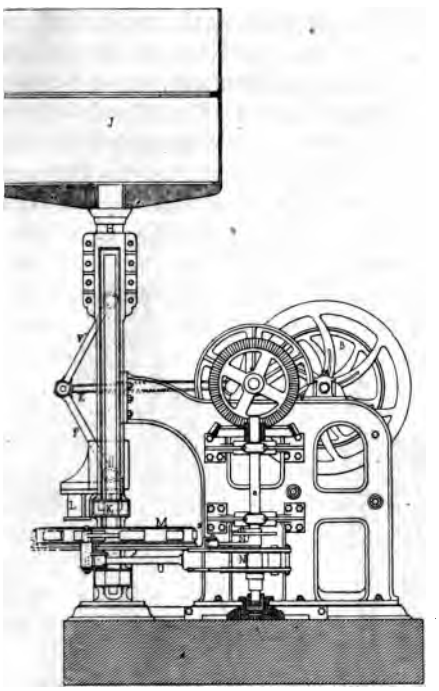


Fig. 34.

Im Trocken- und Mischofen der Zeitzer Eisengießerei (D. R.-P. Nr. 35050) werden die Kohlen getrocknet, erwärmt und mit dem Pech gemischt.

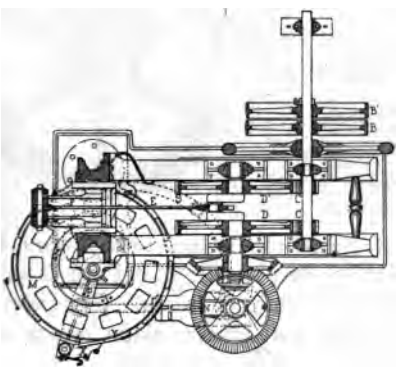
**Preßmaschinen.** Die Pressen mit offenen Formen sind der §. 32 besprochenen ähnlich eingerichtet, indem die Reibung, welche die Masse an den Wänden der Form erfährt, der einzige Widerstand ist, welcher dem Preßstempel entgegengestellt wird. Praktisch bewährt haben sich die Maschinen von Evrard[1]), welche cylindrische Preßkohlen liefern, sowie die von Bouriez[2]). Diese Maschinen erfordern aber mehr Kraft für die gleiche Leistung, als die mit geschlossenen Formen.

Fig. 35.



Von den Maschinen mit geschlossenen Formen sind hervorzuheben die von Mazeline[3]), welche besonders in Belgien und Frankreich verwendet werden, desgleichen die von Middleton-Detombay[4]). Letztere ist sehr verbreitet so daß man sie in den meisten belgischen Brikettfabriken findet, ebenso in Frankreich, Italien, Spanien, Oesterreich, Rußland. Auch in Deutschland wurden solche Maschinen aufgestellt. Die Pressung erfolgt mit Hülfe eines Kniehebels $FF'$ (Fig. 35 und 36), welcher durch die Räder $B$ mit Hülfe der Kurbelstange $E$ in Bewegung gesetzt wird. Auf den Kniehebeln lastet ein mächtiges Gewicht, welches aus einem eisernen Kasten besteht, der mit Steinen gefüllt ist. Dieses Gewicht hat die eigentliche Pressung zu verrichten, und kann dasselbe je nach dem Erforderniß vermehrt oder vermindert werden. Die rotirende Plattform $M$ ist mit Formen versehen, welche, nachdem sie durch den Vertheiler gefüllt sind, unter den Stempel $K$ gelangen, welcher die Pressung ver-

Fig. 36.



[1]) Zeitschr. f. Berg-, Hütten- und Salinenw. 28, *168; Dingl. 232, 100. — Zeitschr. f. Berg-, Hütten- und Salinenw. 28, *169; Glückauf 1894, *1833. — Dingl. 171, *180. — [4]) Zeitschr. f. Berg-, Hütten- und Salinenw. 28, *161.

ſtangen *F*, welche durch die Kurbeln *E* bewegt werden, an. Das untere Zapfenpaar *O* (Fig. 42) ſtützt ſich mit ſeinem Querhaupte auf den Rahmen der Maſchine, vermag ſich aber um einen geringen Betrag an dem ſenkrechten Bolzen *Z* in die Höhe zu ſchieben. Die Schraubenfeder *r*, ſowie das eigene

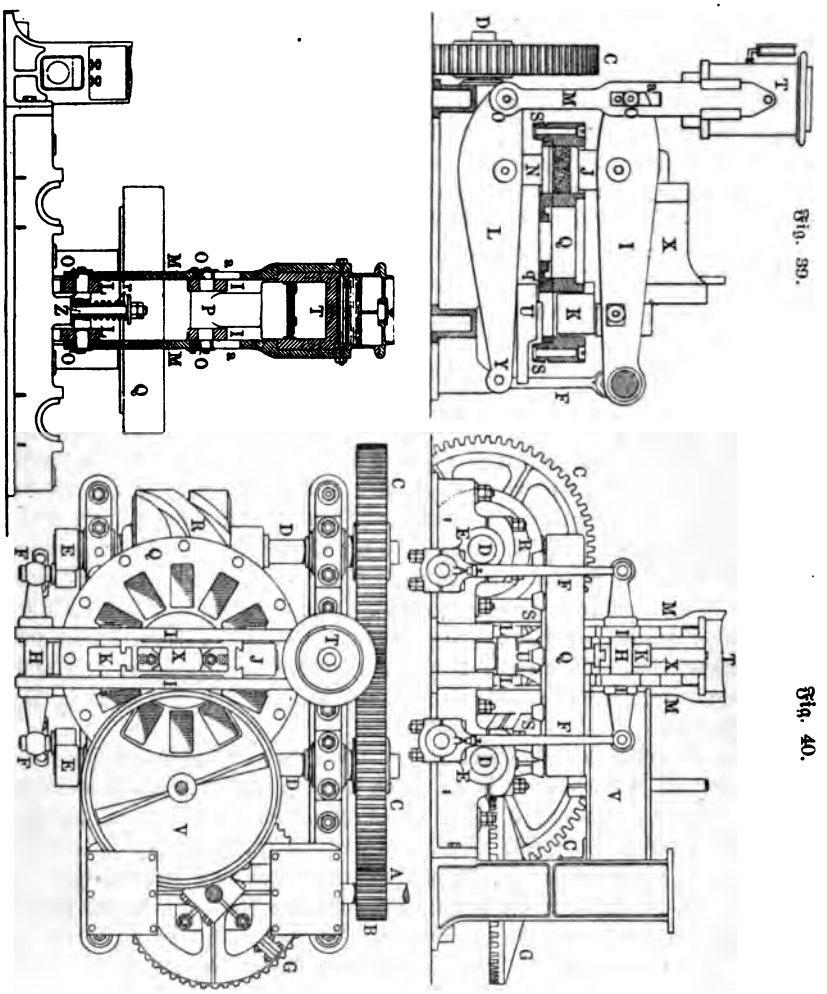


Fig. 41. Fig. 39. Fig. 40. Fig. 42.

Gewicht der Hebelverbindung *L*, *M*, *I* nebſt Zubehör ſind beſtrebt, das Querſtück, welches die unteren Zapfen *O* trägt, in ſeiner Ruhelage zu erhalten. Sobald das Hebelpaar *I* ſeine höchſte Stellung eingenommen hat, dreht ſich die Formplatte *Q* ſo weit, daß eine gefüllte Form zwiſchen die Kolben *N* und *J* gelangt. Alsdann bewegt ſich zunächſt der Kolben *J* ſenkrecht nach unten; wenn aber der Widerſtand, welchen derſelbe findet, eine gewiſſe Größe erreicht hat, ſo hebt ſich *L* mit dem Kolben *N* ein wenig, augenſcheinlich in Folge des

etwas verschiedenen Hebelverhältnisses bei $L$ wie bei $l$; es liegt der feste Drehpunkt $Y$ (Fig. 39) links von der Mitte der Lenkstangen $F$. Dieses, wenn auch geringe Heben des Kolbens $N$ ist wesentlich, weil anderenfalls bei dem Weiterdrehen der Formplatte $Q$ erhebliche Reibungswiderstände zwischen dem gepreßten Kohlenziegel und der oberen Fläche des Kolbens $N$ bezw. der festen Platte $q$ auftreten würden.

Durch den Vertheiler $V$ allein können den Formen nicht genau gleiche Mengen des Kohlenkleins zugeführt werden; man würde oft einen viel zu hohen, die Widerstandsfähigkeit der Maschinentheile bedrohenden Druck erhalten, wenn nicht eine zuverlässig wirkende Sicherheitsvorrichtung den Druck regelte. Der Körper $P$ (Fig. 42), welcher die oberen Zapfen $O$ trägt, ist zu diesem Behufe nicht fest mit den Schienen $M$ verbunden; vielmehr gestatten Schlitze $a$ in den letzteren eine gewisse Verschiebung der oberen Zapfen $O$ und daher eine Vergrößerung der Entfernung zwischen diesen und den unteren gleich bezeichneten Zapfen. Die Schienen $M$ tragen einen Stiefel $T$ und der Körper $P$ einen in jenen wasserdicht eingepaßten Kolben. In dem Boden des Stiefels $T$ befindet sich ein mittelst einer Schraubenfeder niedergedrücktes Sicherheitsventil, und der über dem eben genannten Kolben befindliche Hohlraum des Stiefels $T$ ist mit Wasser gefüllt. Ueberschreitet nun die Spannung in der Preßform die zulässige Höhe (300 k/qc), wird somit die Spannung im Stiefel $T$ größer als diejenige, für welche die Feder des Sicherheitsventiles eingestellt ist, so öffnet sich das Ventil und gestattet dadurch dem an $P$ befestigten Kolben bezw. dessen Zapfen, auszuweichen. Bei Rückwärtsbewegung des Preßkolbens $J$ hängt das Gewicht desselben nebst Hebelpaar $I$ an dem Körper $P$; es ist daher letzterer geneigt, so weit nach unten zu sinken, wie die Schlitze $a$ gestatten. In Folge dessen läßt ein zweites, nach unten sich öffnendes Ventil eine entsprechende Wassermenge nach $T$ zurückfließen. Mit dem Hebelpaare $I$ verschiebt sich, an $X$ geführt, ein zweiter Kolben $K$, welcher vermöge seiner Lage ein weit größeres Spiel hat als der Kolben $J$; derselbe dient zum Ausstoßen der gepreßten Ziegel, welche hierbei in ein Gefäß $U$ fallen, um aus diesem fortgenommen zu werden, oder auf ein dort angebrachtes Förderband. Das Drehen und rechtzeitige Festhalten der Formplatte $Q$ bewirkt die Walze $R$, in deren eigenthümlich gestaltete Nuthen die Rollen $S$ greifen. Diese Nuthen müssen längs eines gewissen Bogens (Ruhe der Formplatte) in der Drehungsebene der Walze $R$ liegen, im Uebrigen aber (Drehen der Formplatte) schraubenförmig gestaltet sein. Um eine möglichst geringe Zeit für das Drehen der Formplatte zu verlieren, sind die schraubenförmigen Theile nach zwei Parabelstücken gebildet [1]).

[1]) Behufs Prüfung des Zusammenhangsgrades der Kohlenziegel ist bei der französischen Marine die Einrichtung im Gebrauche, welche im Wesentlichen gleich bei ähnlichen Untersuchungen von Steinkohlen u. dergl. benutzt wird. Eine 92 cm weite und 1 m lange Blechtrommel, in welche drei radiale, etwa 23 cm breite Bleche genietet sind, wird mit 50 k der zu prüfenden Kohlenstücke, von denen jedes 0,5 k wiegt, beschickt. Man dreht alsdann die Trommel um ihre wagerechte Achse 50mal in zwei Minuten, sichtet mittelst eines Siebes, dessen Maschen 30 mm messen, und wiegt die auf dem Siebe zurückgebliebenen Stücke.

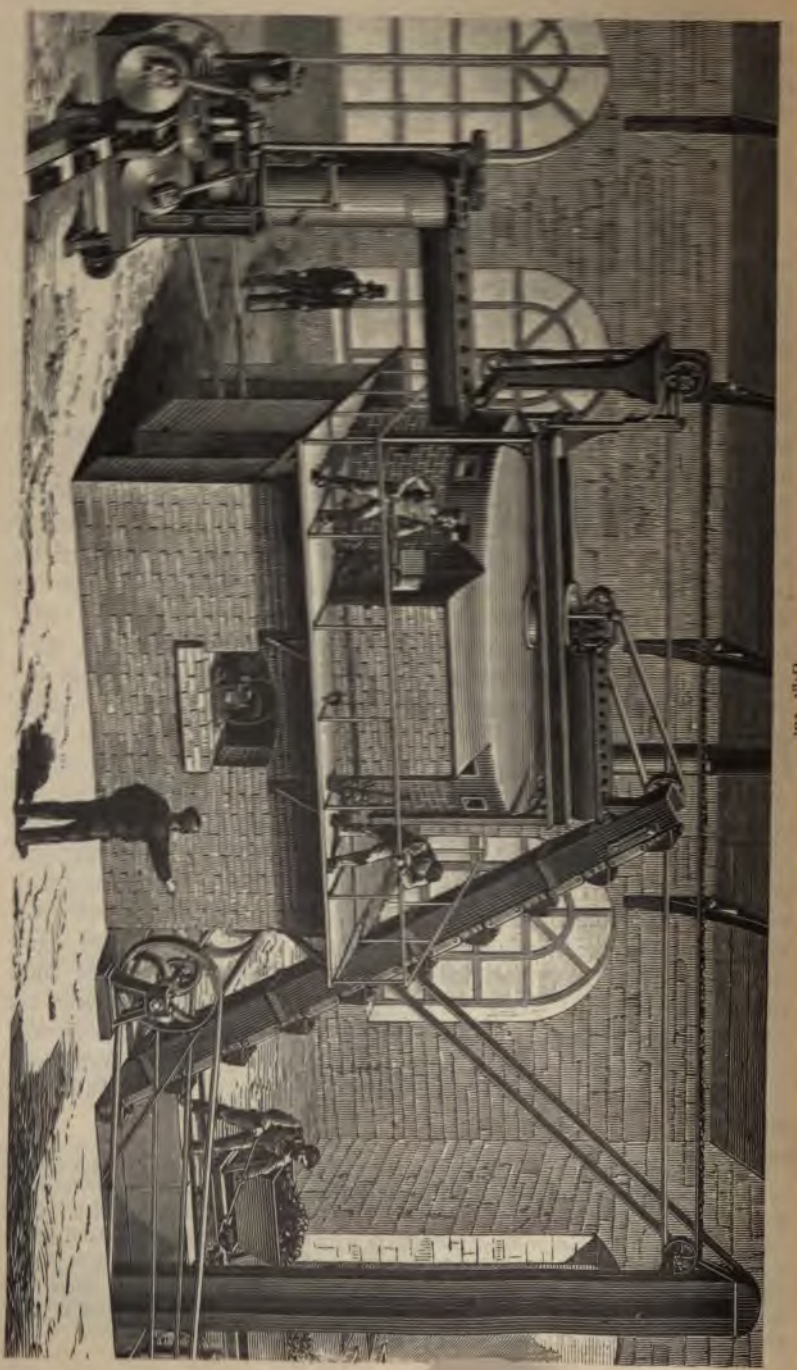


Fig. 48.

Fig. 43 zeigt die Ansicht einer Brikettfabrik mit Wärmofen und Couffinhal'scher Presse, wie sie die Firma Schüchtermann u. Kremer in Dortmund[1]) ausführt.

Ueber die erforderliche Betriebskraft macht die Fabrik folgende Angaben:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Gewicht der Briketts . . . . . | 1 | 3 | 5 | 10 k |
| Leistung in zehn Stunden . . | 20 | 50 | 80 | 160 t |
| Betriebskraft . . . . . | 18 | 40 | 60 | 90 Pferde. |

Siehe umstehende Tabelle.

Eiförmige Preßkohlen wurden von Loiseau[2]) seit 1873 hergestellt. Von dem getrockneten Kohlenstaube werden jedesmal etwa 400 k in einen hinter der Presse befindlichen Behälter geschafft, in welchem zwei mit 60 eisernen Messern versehene Wellen sich drehen, und es wird zu gleicher Zeit die erforderliche Menge Pech hinzugethan, welches etwa 120° Temperatur hat. Nachdem die gute Mischung erfolgt ist, wird die Masse in den Vertheiler über der Presse gebracht, welcher, ähnlich wie die bekannten Thonschneider, die Masse regelmäßig den Preßwalzen zuführt. Diese Walzen sind aus Hartguß hergestellt und drehen sich viermal in der Minute um. Die ganze Oberfläche der Walzen ist mit ovalen Vertiefungen bedeckt, so daß bei jeder Umdrehung 870 eiförmige Preßstücke erfolgen. Damit die in sehr heißem Zustande befindlichen Preßstücke auch herausfallen, wird durch die Walzen ein Strom kalten Wassers geleitet.

Nach Billan[3]) werden die in *A* (Fig. 44 u. 45 a. f. S.) mit dem Bindemittel gemischten Kohlen den vier Rollen *B* zugeführt. Durch das Zusammenlegen der mit kugelförmigen Vertiefungen versehenen vier Rollenumfänge entstehen Hohlkugeln, in denen das Brennstoffgemisch gepreßt wird. Die geformten Brennstoffstücke entfallen den Hohlräumen, sobald diese sich unten öffnen.

Schüchtermann u. Kremer (D. R.-P. Nr. 30985) haben diese Maschine noch mit einer Sicherheitsvorrichtung versehen.

N. Fouquemberg[4]) verwendet zwei Walzen, die mit einander arbeiten und in symmetrischer Weise mit Formenhälften bedeckt sind. Diese letzteren sind derart angeordnet, daß die Formenhälften der einen Walze genau in der Berührungslinie mit denjenigen der anderen Walze zusammenfallen und auf diese Weise das zu verarbeitende Material einschließen und formen. Die Preßkohlen treten in Folge der Umdrehung der Cylinder aus dem Apparate aus und fallen durch ihr Eigengewicht in natürlicher Weise aus ihren Formen heraus.

Ch. Audouy (D. R.-P. Nr. 42792) beschreibt eine rotirende Formtrommel zur Herstellung von durchlochten eiförmigen Preßkohlen; M. Balke (D. R.-P. Nr. 35416) eine Presse für Nußkohle.

Auf die Kohlenpressen von Merckelbach (D. R.-P. Nr. 9015), J. Binon (D. R.-P. Nr. 40163), S. Quast (D. R.-P. Nr. 41088), S. D. Holmes

[1]) Die Firma hat von 1881 bis Anfang 1896 an 61 verschiedene Fabriken solche Brikettpressen, an einzelne Fabriken bis sechs Pressen geliefert. — [2]) Wochenschrift d. Ver. deutsch. Ing. 1883, 147; Eng. Mining Journ. 34, 97. — [3]) Dingl. 245, *109. — [4]) Berg- und hüttenm. Ztg. 1891, *838.

Die Herstellungskosten (außer Verzinsung und Amortisation), die Preise für Kohlen und Brai, sowie die Arbeitslöhne sind die im westfälischen Reviere üblichen:

## Anlagen mit Wärmofen.

| Jährliche Ausgaben bei 300 Arbeitstagen, à 10 Stunden | 1 k | 3 k | 3 k (2 Pressen) | 5 k | 10 k |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. Kohlen zur Brikettfabrikation einschl. des etwa 7 bis 8 Proc. der Production betragenden Bindemittels: | | | | | |
| a) für 1 k Anlage 6 000 t . . . . à 4,50 Mk. | 27 000 | | | | |
| b) „ 3 „ „ 15 000 „ . . . . „ 4,50 „ | | 67 500 | | | |
| c) „ 8 „ „ (2 Pressen) 30 000 „ . . . . „ 4,50 „ | | | 135 000 | | |
| d) „ 5 „ „ 24 000 „ . . . . „ 4,50 „ | | | | 108 000 | |
| e) „ 10 „ „ 48 000 „ . . . . „ 4,50 „ | | | | | 216 000 |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |

(D. R.-P. Nr. 67906), J. O. Hallgreen (D. R.-P. Nr. 71661 und 85841), Rademacher u. Gründelbach (D. R.-P. Nr. 72502), G. Spiecker

Fig. 44.

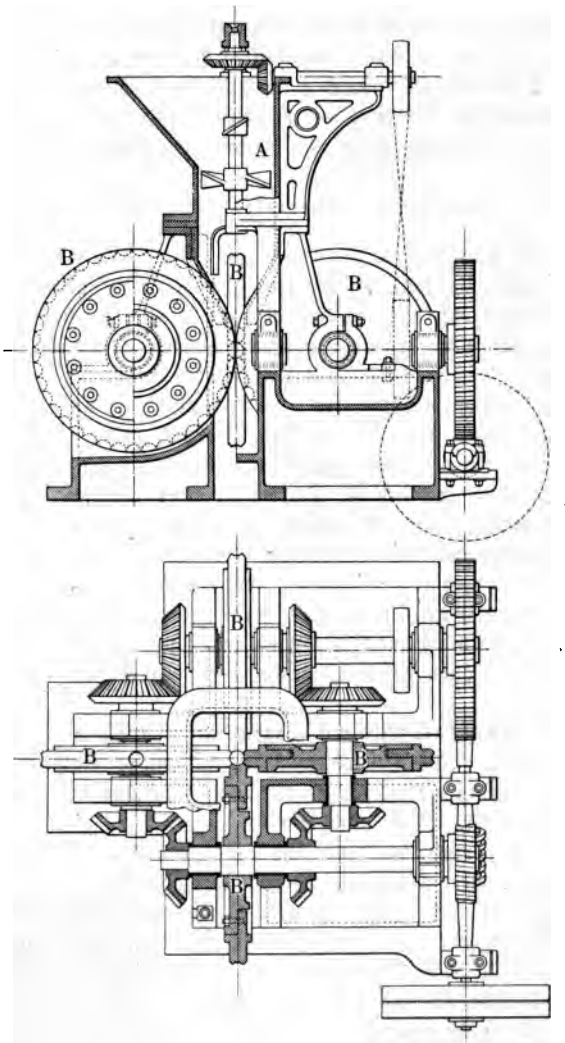



Fig. 45.

(D. R.-P. Nr. 78092), D. Miller (D. R.-P. Nr. 80959), J. Engels (D. R.-P. Nr. 91734) u. A.[1]), sowie auf die Presse mit rotirendem Formringe von Couffinhal (D. R.-P. Nr. 91520) sei verwiesen.

[1]) Dingl. 235, *97; 249, 159.

Gute Preßkohlen geben beim Transport weniger Abfall als Steinkohlen, lassen sich (die kantigen Briketts) leichter aufschichten, nehmen weniger Raum ein und verlieren beim Lagern weniger an Brennwerth (vergl. Bd. I, S. 591), weil die Kohlentheilchen durch die Pechhülle vor Einwirkung der Luft geschützt werden [1]). Der Brennwerth ist dem der verwendeten Kohle gleich oder etwas höher. Während die mit Theer hergestellten Preßkohlen im Feuer sehr leicht starken Rauch und lästigen Geruch entwickeln, auch oft wieder rasch zerfallen und so den Zweck der Formung nur theilweise erfüllen, halten die mit Hartpech hergestellten besser im Feuer und brennen viel leichter rauchfrei.

## Sonstige geformte Brennstoffe.

**Briketts aus Posidonienschiefer.** Nach G. König (D. R.-P. Nr. 70831) wird Posidonienschiefer fein gemahlen, das gewonnene Schieferpulver in Retorten oder eisernen Kesseln einer Hitze von etwa 150 bis 160° ausgesetzt, um demselben den unangenehmen Geruch zu nehmen. Nachdem die Masse auf etwa 50 bis 60° abgekühlt ist, werden derselben behufs vollständiger Verbrennung des Posidonienschiefers 5 Proc. Kalisalpeter und 10 bis 15 Proc. Steinkohlentheer oder pulverisirtes Steinkohlenpech unter zweistündigem, beständigem Umrühren in einem besonderen Mischapparate zugesetzt, das Product unter Zusatz von 1 bis 3 Proc. Dextrin zu einer plastischen Masse geknetet und diese in entsprechenden Maschinen zu Briketts geformt. Die Posidonienbriketts verbrennen angeblich ohne Geruch mit leuchtender Flamme unter Abgabe intensiver Hitze und ohne Zurücklassung von Schlacken (?).

**Zur Herstellung künstlicher Brennstoffe** hat W. B. Hartridge (D. R.-P. Nr. 78664) aus Kohlenstaub und Theer, Melasse, Hopfenabfällen und dergl. offene Kästen geformt, welche dann mit Kohle und dergl. gefüllt werden.

**Holzkohlenabfall** wird mit Sägespänen und Theer gemischt, dann in Formen gepreßt [2]). Aus Holzkohlenpulver, mit etwas Salpeter und Stärke oder Dextrin, werden die Preßkohlen für Waggonheizung und dergl. hergestellt (vergl. D. R.-P. Nr. 19595 und 18930).

**Koksabfall** wird, mit Pech und Theer gemischt, wie magere Kohle zu Briketts gepreßt; dabei werden die Pressen stark abgenutzt.

**Braunkohlenkoks**, sogen. Grude, ist wiederholt versuchsweise zur Herstellung von Formkohle verwendet worden [3]), aber ohne sonderlichen Erfolg.

Suchow (D. R.-P. Nr. 32960) wollte die Grude mit 7 Proc. Natronsalpeter und 5 Proc. Klebmittel formen. Zur Zeit wird die Grude wohl fast ausschließlich als solche verbrannt.

**Künstliche Kohle** von H. Mehner (D. R.-P. Nr. 77017) besteht aus getrennten Lagen von Grude einerseits und einer Anzündemasse andererseits, welche letztere aus Holzkohle und Salpeter oder einem anderen Oxydationsstoffe zusammengesetzt ist.

---

[1]) Fischer's Jahresber. 1899, 10. — [2]) Eng. Mining Journ. **38**, 198. — [3]) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1876, 545; Dingl. **216**, 38; **228**, 90.

Gebrauchte Lohe der Gerbereien wird in bekannter Weise zu Lohkuchen rarbeitet; der Brennwerth derselben beträgt bei gleichem Wassergehalte nur wa $^4/_5$ des Holzes.

Sägespäne werden nach Heimroth (D. R.-P. Nr. 74511) heiß in ormen gepreßt; unter starkem Drucke giebt Sägemehl auch bei gewöhnlicher emperatur feste Stücke.

Nach G. Bornemisza und W. v. Kopal (*D. R.-P. Nr. 31664) erden in einem Kessel 100 k Steinkohlenpech zum Schmelzen gebracht, dann 00 k Holzabfälle und dergl. pflanzliche Abfälle zugesetzt. Diese Mischung ird durch irgend eine Rührvorrichtung innig gemengt, bis dieselbe eine teig- tige Beschaffenheit erlangt hat. Dann wird die Masse aus dem Kessel ge- oben, auf warmen Steinplatten ausgebreitet, in 50 mm breite und dicke, sowie 00 mm lange Stücke geformt und gelocht. Die zur Verkokung dieser Stücke enende Vorrichtung besteht aus einem Drahtnetzcylinder und einer darin be- ndlichen Stange, auf welche die durchlochten Stücke hinter einander aufgesteckt erden. Dieser Cylinder wird in die gewöhnliche Retorte eingeschoben, welche einem gewöhnlichen Retortenofen angebracht ist. Die so verkokten Stücke erden dann in noch warmem Zustande einer nochmaligen Pressung in Formen nterworfen, so daß dieselben die dargestellte durchlochte und an den Ecken ab- schrägte Form bekommen. Dieser Brennstoff wird sich sehr theuer stellen.

Künstlicher Brennstoff von A. George (D. R.-P. Nr. 74194) be- eht aus Hausmüll oder Küchenabfällen, durch palmitinsaure Thonerde ver- ktem Mineralöl und aufgelöstem Harz.

Nach J. Black (D. R.-P. Nr. 86143) werden pflanzliche Abfallstoffe, ägespäne, Lohe u. dergl. unter Bindung des bei der Holzessigfabrika- on entfallenden Kalkschlammes zu Ziegeln geformt; diese werden dann nach rausgegangener Trocknung und durchlässiger Aufstapelung im Strome der euergase einer Feuerung unter Luftabschluß verkohlt, indem man die Gase rch einen geschlossenen Raum, in welchem die Ziegel vor dem Anschüren fgestapelt wurden, saugt und dabei die Hitze so regelt, daß man anfangs mit ederer Temperatur einwirkt. Die Theerdämpfe schlagen sich auf den Ziegeln eder bezw. bringen in dieselben ein. Die Temperatur wird dann allmählich steigert, wobei der leichtere Antheil des Theeres verdampft, der schwerere ntheil dagegen innerhalb der Ziegel verkokt und dadurch die verkohlenden olz- u. s. w. Theilchen mit einander verbackt. Gleichzeitig mit den Destilla- nsproducten der Sägespäne u. s. w. entweicht auch der Essigsäuregehalt des alkschlammes vorwiegend in Gestalt von Aceton. Den abgesaugten Gasen ird der Gehalt von Essigsäure, Aceton, Theer u. s. w. durch Abkühlung ent- gen und der gasige Rest zur Heizung verwendet.

Feueranzünder von G. E. Born (D. R.-P. Nr. 74889) besteht aus eisig und Waldstreu mit Harzfüllung.

Stroh wird in Deutschland als Brennstoff für Locomobilen, in Rußland ch zum Heizen verwendet. Es enthält nach Reszoff[1]):

[1]) Fischer's Jahresber. 1892, 108.

| | Kohlenstoff | Wasserstoff | Stickstoff | Sauerstoff | Asche |
|---|---|---|---|---|---|
| Weizenstroh | 46,1 | 5,6 | 0,4 | 43,7 | 4,1 |
| Roggenstroh | 45,8 | 5,7 | 0,5 | 44,4 | 3,5 |
| Haferstroh | 44,4 | 5,2 | 0,4 | 42,9 | 7,2 |

Thierischer Dünger wird als Brennstoff vielfach benutzt, so in Afrika der Kameelmist, in Chili und Peru Lamamist (Yareta) und Schafmist (Taquia), in Indien getrockneter Kuhmist (sogen. Kandas) [1]).

In Südrußland kommen namentlich zwei Sorten der Dungziegel vor, und zwar solche, die hauptsächlich aus Pferdedünger (russisch Loschadiji Kisjak) oder aus Schafdünger (russisch Owetschiji Kisjak) fabricirt werden. Der verschiedene Werth beider Sorten ergiebt sich aus folgenden Analysen von Cech (1877):

| | Pferdedung-ziegel | Schafdung-ziegel |
|---|---|---|
| Kohlenstoff | 41,886 | 28,690 |
| Wasserstoff | 4,985 | 3,785 |
| Sauerstoff | 33,396 | 27,990 |
| Stickstoff | 1,703 | 1,907 |
| Salze und erdige Beimengungen | 18,530 | 37,630 |

Was die Erzeugung des Kisjak betrifft, so wird der sorgfältig gesammelte überwinterte Viehdünger in dünner Schicht auf dem Boden ausgebreitet und, nachdem man denselben mit Wasser begossen hat, zu einem gleichartigen Brei geknetet. Diese Arbeit verrichten ähnlich wie beim Dreschen des Getreides einige Pferde. Der durch die Pferdehufe hinreichend durchgeknetete Düngerbrei wird hierauf in hölzerne, den Ziegel- oder Torfsteinformen ähnliche Formen gepreßt, worauf die fertigen Ziegel an der Luft getrocknet werden.

Fäcalsteine. Petri empfahl, Abortinhalt mit etwa 3 Thln. Torfgruß, Kohlenstaub u. dergl. gemischt zu formen und als Brennstoff zu verwenden; desgleichen Zerning (D. R.-P. Nr. 35878). Auf dem Borsig'schen Eisenwerke kostete die zur Verarbeitung der Fäcalmassen von 800 Arbeitern erforderliche Einrichtung, Mischschnecke, Preßhammer, Locomobile und Schuppen, im Ganzen 14550 Mk. Wöchentlich wurden durch einmalige $^3/_4$tägige Arbeit etwa 6000 Stück Briketts à 2,25 k = 13,5 t gewonnen, deren Erzeugungskosten einschl. Verzinsung und Amortisation 140 Mk., für 1 t Briketts also 10,37 Mk. betrugen. — Ein dem Verf. überlassener derartiger Berliner Fäcalstein roch sehr böse und enthielt neben 12,7 Proc. Wasser 30,7 Proc. Asche. Der Brennwerth war also sehr gering.

[1]) Zeitschr. f. angew. Chem. 1894, 353; Fischer's Jahresber. 1893, 10.

… wohl überall verlassen sein.
… Schaumburger Oefen[1]) dienen
…ohlen, sind aber des großen Ab-
… oder **Kammeröfen** ersetzt, so daß

…en kann man zunächst in solche unter-
…te nicht gewonnen werden, und in solche
…ucte; die Trennung ist aber nicht streng
… nach unterscheidet man:

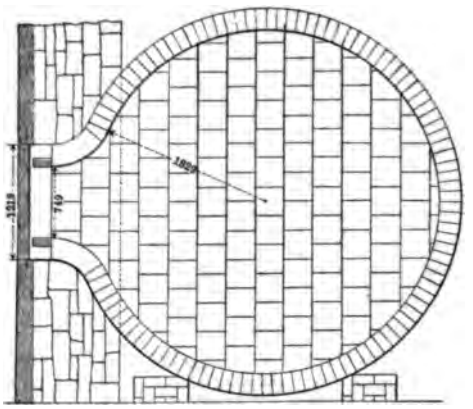
## 1. Bienenkorböfen.

…adöfen genannten — Koksöfen sind in Nordamerika
… S. 64) noch fast ausschließlich im Gebrauch[2]). Die
…ben, wie Fig. 46 und 47 (a. f. S.) zeigen, Backofenform
… Kohlen.
… die Oefen durch die obere Oeffnung aus Wagen, deren In-
…geräume des Ofens entspricht. Die im Ofen aufgehäufte
…lich mit einer Racke geebnet. Dann schließt man die Thür
… mit Ziegelsteinen und Verschmieren der Fugen mit einem
… scharfkantigem Sande hergestellten Mörtel. In etwa einer
… entsteigt der Rauchöffnung ein blasser, bläulicher Rauch, der
…ler und stärker wird. In einer weiteren halben Stunde erfolgt
…lich eine Explosion, und damit kommt der Ofen in vollen Brand.
…rennt von oben aus nieder, der Brand selbst wird durch Luft-
… welche rings um den Gewölbebogen der Thür angebracht sind, ge-
… 48 bezw. 72 Stunden ist sämmtliche Kohle verkokt. Man erhält

…gl. 99, 428; 121, 97; Berg- u. hüttenm. Ztg. 1871, 217; 1883, 383. —
…ischer's Jahresber. 1893, 18; 1894, 17 u. 20. — [2]) Zeitschr. d. Ver.
…g. 1894, 951; Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw. 1893, 498; Dingl.

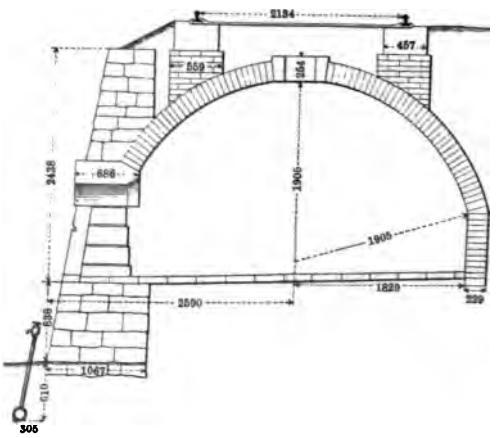
eine Ausbeute von etwa 69 Proc. Die rothglühende Masse wird, nach Oeffnung der Thür, durch Einspritzen von Wasser abgekühlt. Der Koks wird dann aus dem Ofen gezogen und entsprechend verladen. — Oefen, welche zum ersten Male beschickt worden sind, entzündet man mit Holz oder rothglühenden Kohlen, genau so wie man irgend einen Ofen anzündet. Ein sich seit einiger Zeit in Gebrauch befindender Ofen ist so heiß, daß die in den Mauern aufgespeicherte Hitze die Kohle entflammt.

Fig. 46.



Der so erhaltbare Koks hat Silberglanz, ist porös, zäh und frei von Unreinheiten, er trägt die schweren Lasten der Hochofenbeschickung leicht.

Fig. 47.




Nach A. R. Strachan[1]) wird die Leistungsfähigkeit der Bienenkorböfen erhöht durch die in Fig. 48 und 49 gezeigte Anordnung des Feuercanals. Der Ofen wird auf gewöhnliche Art durch die Einfüllöffnung beschickt, die Kohle bleibt nach dem Anzünden etwa fünf Stunden in Brand. Dann kann die Zugthür luftdicht verschlossen werden, so daß nur noch am Kopfe des Ofens Luft zutritt. Der Deckel der Füllöffnung kann in der Regel aufgesetzt werden, doch hängt dies von der Beschaffenheit der Kohle ab. Die Flamme wird nun zunächst durch den wagerechten Theil des Canals geleitet, steigt niederwärts, folgt dem kreuzförmigen Theile in der Richtung der Pfeile und tritt dann durch den lothrechten Canal aus. Die Erhitzung der Scheidewand zwischen den verschiedenen Abtheilungen des Feuercanals ruft lebhaften Umlauf der

[1]) Americ. Manufact. 1894, 117; Glückauf 1894, 499.

ımme hervor. Die Stärke des Zuges läßt sich am Austritt und an der schickungsöffnung reguliren. Die Luftzufuhr läßt sich ebenfalls jeder Zeit eln. Einer der Nachtheile der Oefen mit Bienenkorbform besteht in dem oollständigen Brennen der Kohle am Fuße der Ladung, wodurch schwarze den entstehen, welchem elstande nur durch den zlosen Verbrauch einer gro- ı Koksmenge vorgebeugt rden kann. Mit Hülfe der :rachan'schen Einrichtung gegen soll Koks von gleich- ßigem Gefüge erzeugt wer- ı können. Die Hitze wird : dem Verlassen des Ofens wungen, abwärts zum Bo- : zu steigen, letzteren und Beschickung zu umspülen ) so Boden, Wände und m gleichzeitig zu erhitzen. durch läßt sich eine gewöhn- e 48stündige Beschickung kürzerer Zeit verkoken, wäh- d sich zugleich Quantität ) Qualität des Productes öhen soll. Erstere wird halb größer, weil die Koks- nge, welche in gewöhn- en Koksöfen zu Asche ver- nnt werden muß, um den :eren Theil zu verkoken, ge- rt wird. Nachdem der Ofen

Fig. 48.

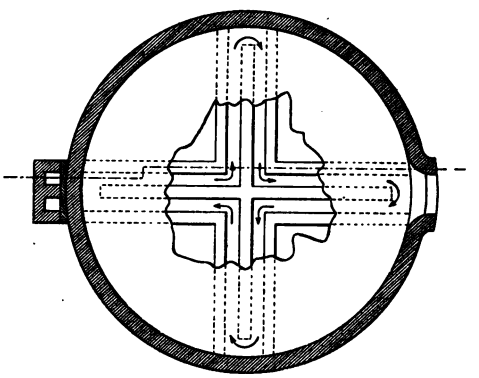
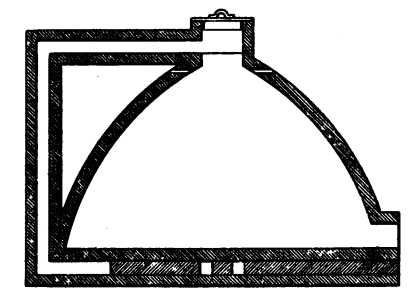


Fig. 49.



hickt und richtig erhitzt ist, findet eine gleichmäßige Verbrennung der Kohle der ganzen Ausdehnung der Masse statt, und da eine intensive Hitze erzeugt :d, braucht auch die Luftzufuhr weniger groß wie bei anderen Oefen zu sein.

Nach J. Berres und J. Reiter[1]) ist zum Zwecke eines regelmäßigen ılaufes der erzeugten Rohgase durch die Seiten- und Sohlenzüge der das engewölbe umlaufende Canal an drei Stellen durch eine Scheidewand durch- rt, um eine Stauung der Gase in den zwischen denselben liegenden Räumen bewirken, und dieselben zu nöthigen, durch die Seiten- und Sohlencanäle :n Lauf zu nehmen und wieder auf der anderen Seite durch die dort an- rachten Seitencanäle aufzusteigen. — A. Marßhall (D. R.-P. Nr. 13 434) rt erhitzte Luft ein.

Luftvertheilungseinrichtung für Bienenkorbkoksöfen mit

[1]) D. R.-P. Nr. 55064; Zeitschr. f. angew. Chem. 1891, 115.

Doppelgewölbe von A. Dickinson (D. R.-P. Nr. 81916) ist dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der unteren und oberen Gewölbedecke flache Kammern, die Lufteinlaß- und die Luftauslaßvorkammer, gebildet werden, von welchen aus eine Vielzahl von Löchern in vertheilter Anordnung durch die untere Gewölbedecke hindurch zum Ofenraum über der Kohlenlage führen, so daß oberhalb der letzteren ein gleichmäßiger Luftübertritt aus der Einlaßvorkammer zu der mit der Absaugleitung verbundenen Auslaßvorkammer erzielt wird.

Adams[1]) will die Bienenkorbkoksöfen mit einem beweglichen Boden versehen, um die Entleerung zu erleichtern.

J. Jameson[2]) glaubt, daß der gewöhnliche Bienenkorbofen von allen Koksöfen die besten Koks liefere. Da aber die obere Schicht der erhaltenen Koks schwammig ist, so empfiehlt er, diesen oberen Theil im Koksofen selbst zu verbrennen, um dadurch die zur Verkokung erforderliche Wärme zu erzeugen, die entwickelten Gase aber anderweitig zu verwerthen. Die sich entwickelnden Gase werden durch Schlitze im mittleren Theile des Bodens und darunter liegende Zweigcanäle nach unten abgesaugt und entsprechenden Condensationsvorrichtungen zur Gewinnung von Theer und Ammoniak zugeführt. Das gereinigte Gas soll zur Beleuchtung oder zum Betriebe von Gaskraftmaschinen verwendet werden.

Derselbe[3]) schlägt vor, nach Abscheidung von Theer und Ammoniak die Gase in einen Ofen mit weißglühenden, fertigen Koks zu leiten, damit sich auf diesen durch Zersetzung der schweren Kohlenwasserstoffe Kohlenstoff niederschlage; das übrigbleibende Gas soll dann noch zu Heizzwecken verwendet werden[4]). Bei dieser Behauptung ist offenbar übersehen, daß 100 kg Kohlen kaum 30 cbm Leuchtgas geben und darin nur etwa 1 cbm schwere Kohlenwasserstoffe, woraus sich doch wohl kaum 1 kg Kohlenstoff wird gewinnen lassen, zumal da die im ungenügend gereinigten Gase enthaltene Kohlensäure und Feuchtigkeit eine entsprechende Menge Kohlenstoff wieder vergast. Berücksichtigt man die unvermeidlichen Verluste durch Abbrand u. dergl., so wird der Erfolg sehr zweifelhaft sein.

Derselbe legt das Hauptgewicht darauf, daß die Destillation und die darauf folgende theilweise Verbrennung der Kohle von oben nach unten fortschreitet, damit die entwickelten flüchtigen Producte möglichst rasch der hohen Temperatur entzogen würden. Die verschiedenen Kohlen ergaben ein Koksausbringen von nur 55 bis 69 Proc. Koks und für 100 kg Kohle 0,13 bis 0,57 kg Ammoniumsulfat nebst 1,8 bis 6 Liter Theer. Die entwickelten Gase hatten angeblich folgende durchschnittliche Zusammensetzung:

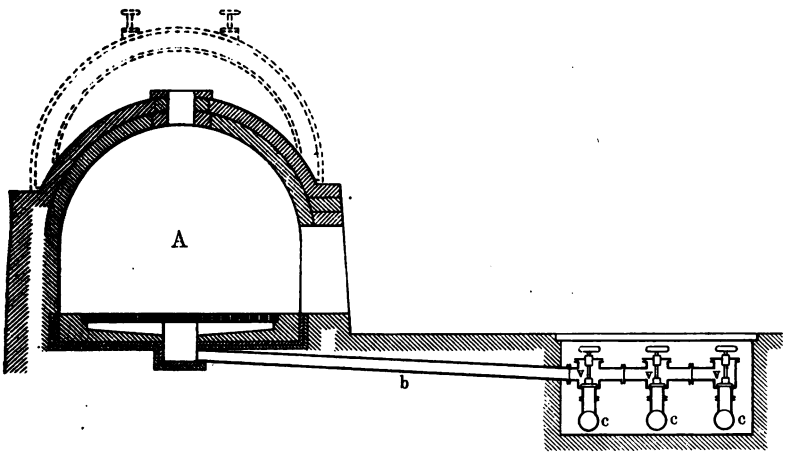
| | |
|---|---|
| Kohlensäure . . . . . | 4,22 Proc. |
| Kohlenoxyd . . . . . | 23,88 „ |
| Sauerstoff . . . . . | 3,29 „ |
| Wasserstoff . . . . . | 26,67 „ |
| Stickstoff . . . . . | 41,93 „ |

[1]) Americ. Manufact. 1890, 15; Fischer's Jahresber. 1891, 10. — [2]) Eng. Min. J. 35, 331. — [3]) Journ. Soc. Chem. Ind. 1883, 114. — [4]) D. R.-P. Nr. 24915; Fischer's Jahresber. 1884, 1236.

Die Richtigkeit dieser Analyse ist recht fraglich. Die sonstigen Angaben von Jameson, Aitkin, Steavenson u. A. geben keine verwerthbaren Anhaltspunkte, da von keiner Kohle oder den daraus dargestellten Koks eine Analyse ausgeführt wurde, die Zusammensetzung der Kohlen aber bekanntlich sehr verschieden ist. Höchst unwahrscheinlich ist auch die von Stead gemachte Behauptung, daß unter verschiedenen Verhältnissen erhaltene Koks die gleiche Zusammensetzung haben.

Nach ferneren Angaben Jameson's (D. R.-P. Nr. 27694) werden die zu verkokenden Kohlen mit Theerpech versetzt, welches nach Gewinnung der nutzbaren Producte des Theers zurückbleibt. Um den Grad der Absaugung am Boden des Ofens zu den verschiedenen Zeiten der Koksbereitung ändern zu können, werden bei einer größeren Anzahl von Oefen (Fig. 50) mehrere

Fig. 50.




Hauptleitungen *c* angewendet, in denen ununterbrochen verschiedene Spannungen herrschen. Jeder Ofen wird dann mit allen Leitungen durch ein Rohr *b* und Ventile *v* so verbunden, daß man durch Oeffnung eines der Ventile die erforderliche Saugwirkung am Boden des Ofens herbeiführen und die Producte somit in verschiedenen Zeiten getrennt absaugen, z. B. eine Vermischung von armem und reichem Gase, von condensirbaren und nicht verflüssigbaren Producten vermeiden kann. Ferner kann man an den Kühlapparaten Vorkehrungen treffen, um die bei verschiedenen Temperaturen flüssig werdenden Producte von einander zu trennen. Beim Ablöschen des Ofens will Jameson stark ansaugen, um so eine beträchtliche Menge Brenngas und Ammoniak zu gewinnen, welches sonst verloren gehen würde. Um die nach den Oefen führenden Zweigröhren, sowie die Oeffnungen im Boden des Ofens von Verstopfungen zu befreien, ist eine besondere Druckleitung vorhanden, mittelst deren gepreßte Luft durch jene Röhren und Oeffnungen geblasen werden kann.

Nach A. M. Chambers und Th. Smith (D. R.-P. Nr. 31169) hat der Bienenkorbofen, bei welchem die Destillationsproducte durch den Boden abgeführt werden, eine luftdicht verschließbare Thür *b* (Fig. 51 bis 53). Um die Kappe des Ofens und dicht hinter die feuerfeste Bekleidung ist ein Rohr *g* gelegt, dessen eines Ende zur Vorderseite des Ofens geführt und dort mit einem Absperrventile *h* versehen ist. Dieses Rohr läuft wagerecht um den Ofen und ist bei *i* mit dem offenen Ende schräg aufwärts durch die Umfassungsmauer geführt, so daß die eingepreßte Luft nicht unmittelbar auf die zu verkokende Kohle trifft. In der Sohle des Ofens ist eine Anzahl von Canälen *n* angebracht, welche entweder offen gelassen oder mit durchlöcherten Steinen *m* bedeckt werden. Alle diese Canäle *n* laufen gegen den tiefsten Punkt der Sohle zusammen, wo sie mit dem Rohre *o* in Verbindung treten; letzteres ist zu dem Rohre *r* niedergeführt, welches mit irgend einem der bekannten Kühlapparate in Verbindung steht.

Fig. 51.

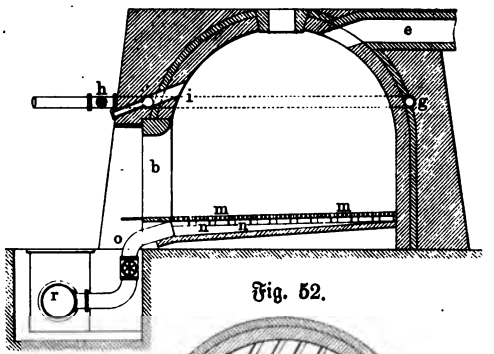



Fig. 52.

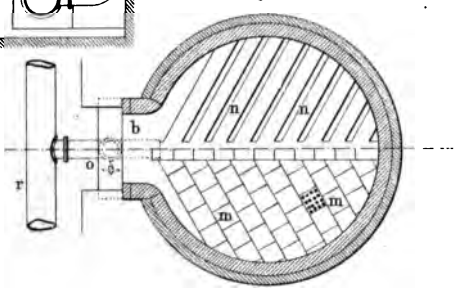



Fig. 53.

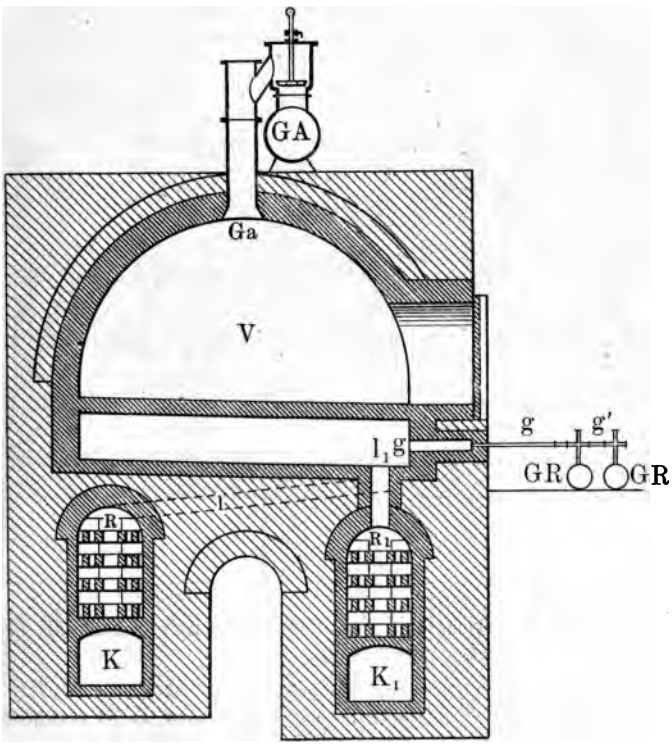
Die in das Rohr *g* eingeblasene Luft erwärmt sich in demselben und tritt bei *i* aus. Sind nun alle anderen Oeffnungen des Ofens geschlossen, so werden die Verbrennungsproducte und Gase durch die Kohle nach unten dringen und durch die durchlöcherten Steine *m* und Canäle *n* zum Rohre *o* und zum Kühlapparate gelangen. Ist die Verkokung genügend, so kann der obere Ofentheil durch den Canal *e* mit einem Schornsteine verbunden werden, wobei man die Lufteinströmung entweder absperrt oder durch das Rohr *g* für genügende Zeit Luft eintreten läßt.

Bienenkorböfen für Gewinnung der Nebenproducte versehen Otto & Co. und die Bergwerksgesellschaft Hibernia u. Shamrock (D. R.-P. Nr. 37280) mit Lufterhitzern, welche neben, über oder nach Fig. 53 unter den Koksöfen angebracht werden. Wenn das Gas durch die Gasrückleitung *GR* und die Zuleitungen *g* in die Sohlencanäle der Verkokungskammer *V* geleitet wird, tritt die Luft in den (Fig. 54) Lufterhitzer *R* und durch die Canäle *l* in die Sohlencanäle der Verkokungskammer. Die Verbrennung erfolgt bei dem Zusammentritt von Gas und Luft. Die Verbrennungsproducte ziehen durch die Sohlencanäle durch $l_1$ nach $R_1$ und durch den Schacht *a* zum Schornsteine *S*.

Nach einiger Zeit werden Theer und Luft in bekannter Weise umgestellt. Die Entgasungsproducte entweichen durch *G a*.

Pernolet[1]) versieht diese Oefen mit besonderer Sohlenheizung.

Fig. 54.

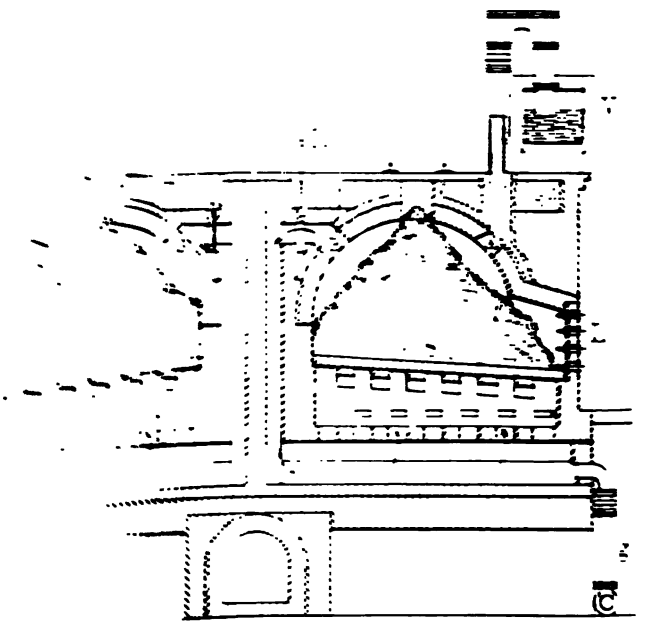



## 2. Stehende Koksöfen.

Den Uebergang von den Bienenkorböfen mit Sohlenheizung zu den **stehenden Koksöfen** mit wesentlich seitlicher Heizung bilden die Oefen von **Heltawski** und **Kahnert** (D. R.-P. Nr. 24438), **F. Brunck** (D. R.-P. Nr. 25499 und 29018) und **A. Klönne** (D. R.-P. Nr. 25673). Nach Letzterem wird die Sohle (Fig. 55 a. f. S.) durch die Gase nach Abscheidung von **Ammoniak** und **Theer** geheizt, welche durch Rohre *g* zutreten. Die Destillationsproducte entweichen bei *A* in eine Vorlage *V*, nachdem der zweite Ausgang *B* geschlossen ist (1. Periode). Wenn so Theer und Ammoniak möglichst ausgetrieben ist, wird der Schieber *R* geöffnet und dann zum Zwecke der directen Verkokung bei *L* Luft in den Ofen gelassen. Die Verkokung fährt nun von oben nach unten fort (2. Periode). Die erzeugten halb verbrannten

[1]) Rev. univ. des Mines 1883, Tafel 4.

[illegible]



[illegible] befreiten [illegible]

[illegible] D. R.-P. Nr. 7625) [illegible] Deckel verschließbaren [illegible] zusammen- [illegible] und kann wie [illegible] gebildeten Gase [illegible] verbrennen mit der [illegible] dann senkrecht [illegible] ebensowenig [illegible] Ver- [illegible]

[illegible] nach seiner Ein- [illegible] letzten Jahren [illegible] und 57) sind [illegible] und durch [illegible] Abzugs-

[illegible] — [illegible] Vergl. [illegible] 424; 1864, [illegible]

ffnungen *e* führen die Gase nach den Räumen *b*, wo sie mit der bei *f* ein-
retenden Luft verbrennen. Die Verbrennungsgase ziehen durch die lothrechten

Fig. 57.

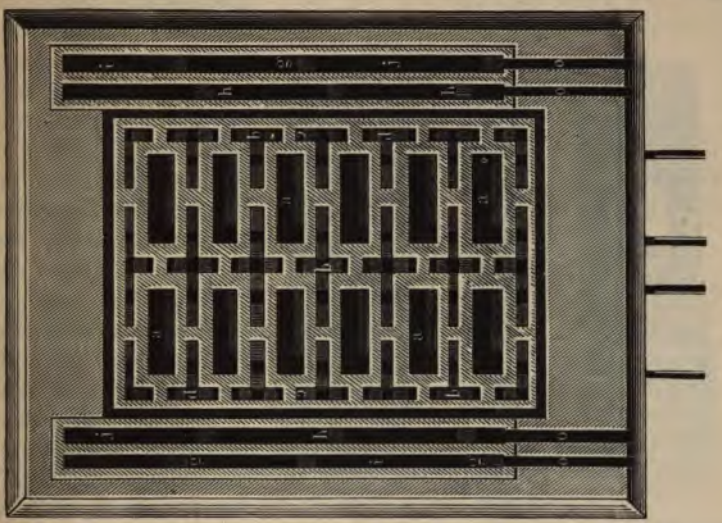
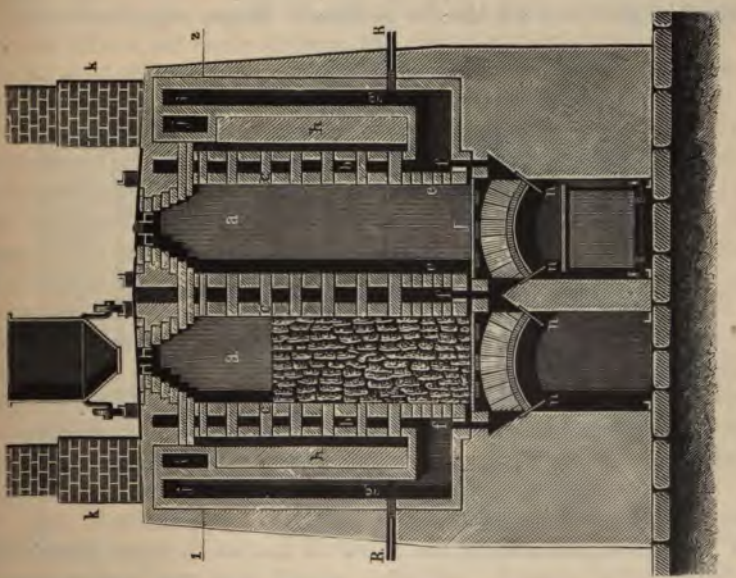


Fig. 56.

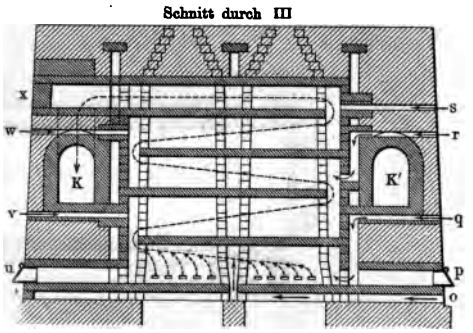


Canäle *g* und *h* und die wagerechten Züge *m* und *n* zum Schornstein. Die Oefen bewährten sich besonders für die Verkokung wenig backender, gasreicher Kohlen.

[redacted]

Die Gase treten durch Schlitze in der dritten Ziegellage aus den Kammern in den Feuerraum, gehen in der Richtung der gestrichelten Pfeile durch die Schlote $yy'$ nach den Sammelcanälen $KK'$ und von da in die Essen $ZZ'$. Die Verbrennungsluft wird in der Richtung der vollgezeichneten Pfeile zugeführt. Die Regelung der Flamme in den Canälen $x$ erfolgt durch wagerechte Thonschieber, mit welchen die Schlote $yy'$ verdeckt werden können, und an den Luftcanaleingängen $vwoqrs$ durch Schieber oder Thonpfropfen. Die eisernen Thüren vor $u$ und $p$ werden nur geöffnet, wenn die Züge von sich ansetzender Schlacke gereinigt werden müssen. Während des Betriebes sind die Klappen geschlossen und luftdicht verschmiert. In der Mitte der Klappen befindet sich nur ein etwa 1 mm großes Schauloch zur Beobachtung der Flamme.

Fig. 60.




Appolt'sche Oefen in Verbindung mit Dampfkesseln und verschiedenen Abänderungen beschreibt Marle [1]).

Der Koksofen von M. Kleist (D. R.-P. Nr. 56488 und 56489) steht auf Säulen mit einem Trägergerüst, welches mit gußeisernen Platten $A$ (Fig. 62 u. 63, S. 72 u. 73) überdeckt ist und in welchen unterhalb der Oefen Löcher mit Schiebern angebracht sind, um die Kammern entleeren zu können. Die je 1750 kg Kohlen fassenden Kammern $B$ sind von rechteckigem, unten sich erweiterndem Querschnitt, in zwei Reihen parallel mit einem Zwischenraum $C$ zu einander angeordnet. Die Räume $C$ sind mit Züge bildenden Platten $D$ und mit Bindesteinen $E$ versehen. Die aus den Kammern $B$ durch die Löcher $F$ in die Sammelcanäle $K$ und $L$ und in die Räume $C$ strömenden Gase erhalten durch die Oeffnungen $G$ in der Stirnwand Luft zugeführt und verbrennen, während sie um die Platten $D$ herumziehen, damit die Kammern $B$ von beiden Seiten heizend, um schließlich durch den Canal $H$ in den oder die Schornsteine $J$ abzuziehen. Die Bindesteine $E$ übertragen den von den Kohlen ausgeübten Druck auf das äußere, den ganzen Ofen einschließende Mauerwerk. Um einerseits den Verkokungsproceß näher beobachten, andererseits die in den Kammerwänden befindlichen Gasaustrittsöffnungen $F$ bei etwaiger Verstopfung wieder reinigen zu können, sind Schauöffnungen $M$ angebracht.

Zur Gewinnung von Theer und Ammoniak werden die Gasausströmungsöffnungen $F$ an den Kammern und die Sammelcanäle $K$ an der Stirnwand des Ofens durch Schieber geschlossen. Alsdann werden die Gase durch die am oberen Ende der Kammern angebrachten Oeffnungen $N$ abgesaugt,

[1]) Stahl und Eisen 1894, 383.

[illegible]

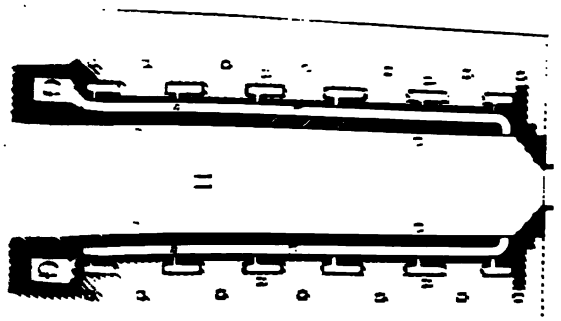


Fig. 61.

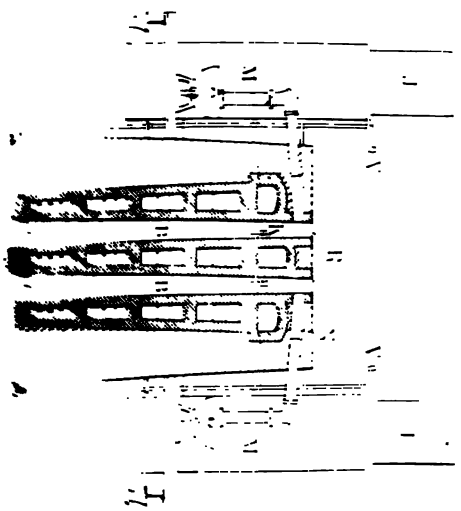


Fig. 62.

[illegible] Canale *H* an-
[illegible] angebrachten
[illegible] Fasen.
[illegible] die Kammern
[illegible] und mit

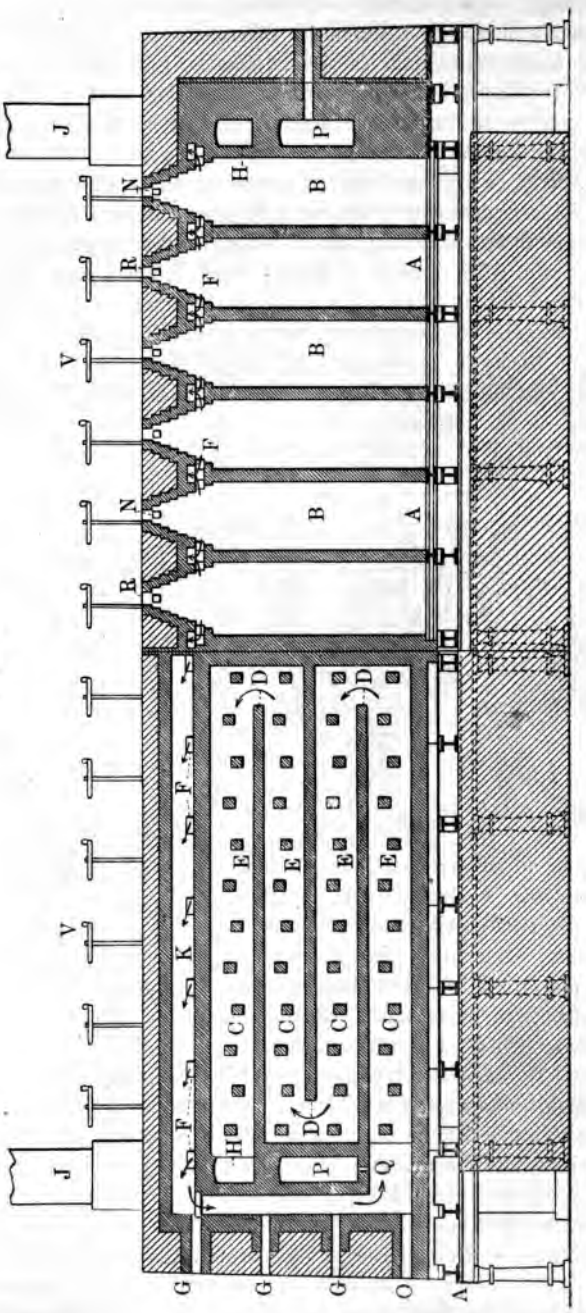



Fig. 63.

Lehm abgedichtet. Nach beendetem Verkokungsproceſſe werden Schieber, welche die unteren Oeffnungen der Kammern *B* verſchließen, zurückgezogen und die Kokskuchen fallen durch ihr Eigengewicht auf die unter dem Ofen befindliche doppelt ſchiefe Ebene *V*, worauf die Oeffnungen durch die Schieber wieder geſchloſſen und die Kammern von Neuem wieder beſetzt werden.

Bei dem Schachtkoksofen von E. Franzen in Angleur, Belgien (D. R.-P. Nr. 21867 und 24279), treten die in dem Verkokungsraume *H* (Fig. 61, S. 72) entwickelten Gaſe durch Spalten *e* in die ſenkrechten Canäle *c*, in welchen ſie mit der aus den horizontalen Canälen *a* durch Schlitze *s* zutretenden Luft verbrennen. Die Canäle *a* ſtehen, durch Stöpſel regulirbar, mit der atmoſphäriſchen Luft in Verbindung. Die Verbrennungsproducte ſammeln ſich in dem Canale *G* und gelangen von dieſem in den Schornſtein.

Die Lothringer Eiſenwerke (D. R.-P. Nr. 32841) wollen dadurch die ſchwere Zugänglichkeit der Appolt'ſchen Koksöfen vermeiden und außerdem

Fig. 64.

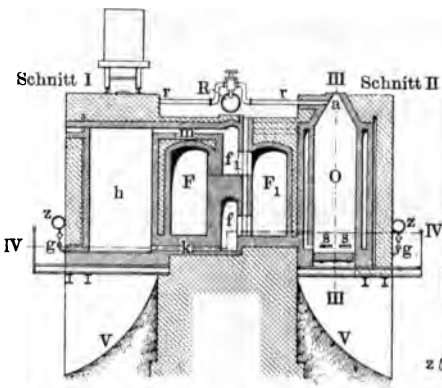



Fig. 65.

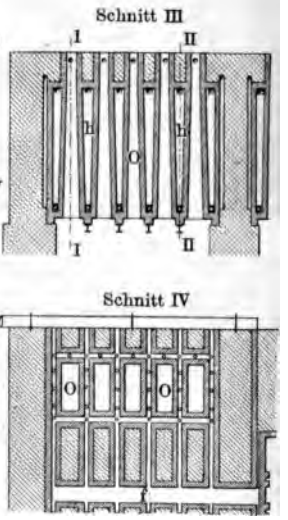



Fig. 66.

eine leichtere und billigere Verladungsweiſe ermöglichen, daß ſie eine größere Anzahl ſenkrechter Oefen *O* (Fig. 64 bis 66) in langgeſtreckter Doppelreihe in Unterabtheilungen von je fünf für ſich abgeſchloſſenen Kammerſyſtemen zuſammenbauen. Zwiſchen dieſen beiden Ofenreihen liegen die Feuercanäle *F* und *f*. Nachdem der Ofen *O* durch die Füllöffnung *a* geladen iſt, treten die ſich entwickelnden Gaſe durch die am unteren Ende des Ofens befindlichen Schlitze *s* in den Heizraum *h*, woſelbſt ſie mit der durch die Canäle *k* kommenden heißen Luft verbrennen. Die Verbrennungsgaſe werden am oberen Ende des Heizraumes *h* durch die Canäle *m* nach dem Sammelcanale $f_1$ abgeführt, von welchem aus ſie durch die Hauptcanäle *F* bezw. $F_1$ zu den Keſſeln geleitet werden. — Bei Betrieb der Oefen mit Gewinnung der Nebenproducte ſind die Schlitze *s* in den Oefen geſchloſſen und die ſich entwickelnden Gaſe treten durch das Rohr *r* in das über der ganzen Ofengruppe liegende

Sammelrohr *R*, von wo aus sie nach den Apparaten zur Gewinnung der Nebenproducte gelangen. Nachdem die Gase von Theer und Ammoniak befreit sind, werden dieselben durch die Rohre *s* und die Zweigrohre *g* zwischen je zwei Kammern in den Verbrennungsraum *h* geführt. Die Sohle dieser Verbrennungsräume ist durch hohle, feuerfeste Steine gebildet. Beim Austritte der Gase aus den Oeffnungen verbrennen sie mit der durch den Canal *k* zutretenden heißen Luft. — Die kalte Luft geht durch den vorher von den abziehenden Gasen erhitzten Hauptcanal *F*, erwärmt sich hier und tritt dann in den Vertheilungscanal *f*, aus welchem sie durch die Einzelcanäle *k* in die Ver-

Fig. 67.

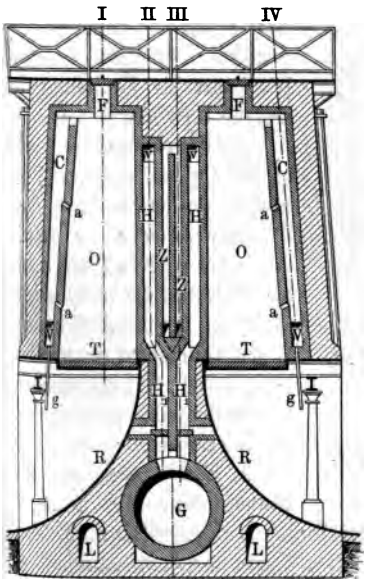
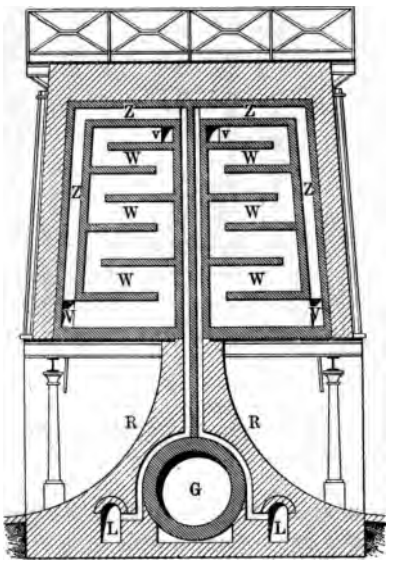


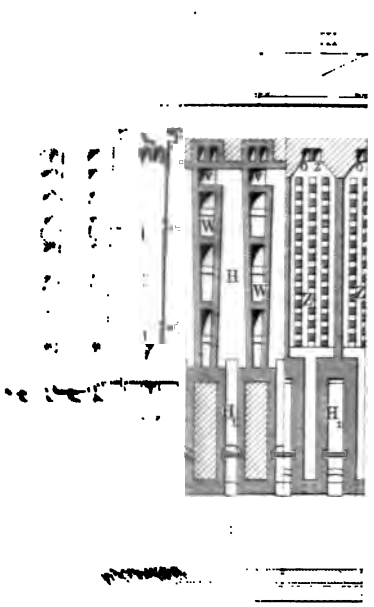

Fig. 68.




brennungsräume *h* unten eintritt, um hier mit dem zuströmenden Gase zu verbrennen. Die Verbrennungsproducte dagegen treten durch die sich am oberen Ende des Verbrennungsraumes *h* befindlichen Abzugscanäle *m* in den Sammelcanal $f_1$, von welchem aus sie den Heizcanal $F_1$ vorwärmen. Der Wechsel in der Luftzuführung wird durch Umstellen von Schiebern erreicht; zu gleicher Zeit müssen die Canäle *F* und $F_1$ abwechselnd mit der Luft bezw. dem Kamine in Verbindung stehen. Bei Beendigung des Verkokungsprocesses werden die Thüren der Oefen heruntergeklappt, so daß die Koksäule durch ihr Eigengewicht auf die schräge Ablösch- und Verladerampe *V* fällt.

Bei dem senkrechten Koksofen von J. Collin (D. R.-P. Nr. 36518) werden die Kammern *O* (Fig. 67 und 68) durch die Oeffnungen *F* gefüllt. Die fertigen Koks fallen beim Ausziehen der Bodenverschlüsse *T* über die Rutschflächen *R* nach dem Löschplatze. Die Gase ziehen aus *O* durch die Oeffnungen *a*, welche behufs Verhinderung des Eindringens von Kohlen bogen-

[illegible] im Canale C, gelangen durch die Verbindungs-[illegible] Wandcanäle und ziehen schlangenförmig [illegible] [illegible] nach der oberen Verbindungsöffnung [illegible] [illegible] unteren Canal H und die Flüsse H nach [illegible] entweichen. Die Verbrennungsluft [illegible] [illegible] G angeordneten Canälen Z durch die Luftzüge Z gleichfalls nach V, wo sie mit den von C herkommenden Gasen zusammentrifft. Durch diese Einrichtung werden die äußeren Ofenwände stark erhitzt und durch die ausstrahlende Wärme derselben soll daher die Verkokung bedeutend befördert werden.




Die Einrichtung ermöglicht es, die Oefen sowohl mit, als auch ohne Gewinnung der Nebenproducte zu betreiben. Im ersteren Falle treten die Gase, welche in beliebiger Höhe an der Vorderseite der Oefen entnommen werden können, durch die gewöhnlichen Gasaustrittsöffnungen aus den Kammern in den Canal C, dessen Verbindung mit den Wandcanälen W nunmehr [illegible] Gasaustrittsöffnungen unterbrochen wird. Von [illegible] einmündende Rohre nach der Condensations-[illegible] Abgabe der Nebenproducte treten die Gase bei V [illegible] W mit der vorgewärmten Luft wieder ein. [illegible] zu können, ist unten an jedem [illegible] welches bis in den Canal C führt.

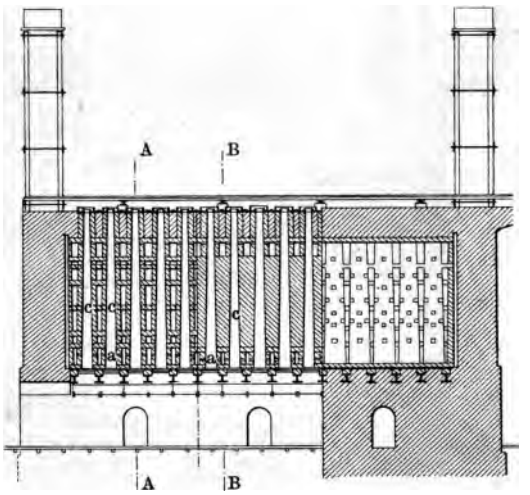
[illegible] und 35120) soll ab-[illegible] Vergasung durch Heiz-[illegible] in der anderen Kammer eine [illegible] Hitze stattfinden [1].

[illegible] während der Verkokung in den [illegible] und entnimmt die Destil-[illegible] in die Appolt'schen [illegible] sondern treibt die

zur Verbrennung erforderliche Luft in die betreffenden Züge ein, so daß die Oefen unter Druck arbeiten.

Stehender Koksofen von Th. v. Bauer und K. Gödecke (D. R.-P. Nr. 7825). Bei der Verarbeitung von mageren Kohlen treten die Gase durch die am Boden befindlichen Löcher *a* (Fig. 70 und 71) aus, um in dem Raume zwischen den Oefen verbrannt zu werden. Der beim Beginn des Verkokungsprocesses gebildete Wasserdampf entweicht aus der in jeder Längswandung angebrachten Oeffnung *b*. Die einzelnen Kammern *c* sind durch eine Zunge *d* von einander getrennt, welche die ausgetretenen Gase verhindert, sofort nach den Kamincanälen zu strömen, sie vielmehr zwingt, die hinteren halben Seitenwände und die schmalen Rückenwände der Kammern zu bestreichen, auf der anderen Hälfte der Kammerlängswände wieder herunter zu gehen, ehe sie durch den Abzugscanal *e* entweichen. Die zur Verbrennung des aus den Löchern *a* heraustretenden Gases erforderliche Luft wird durch den Canal *f* zugeführt. Außerdem kann man auch noch durch die Canäle *g*, *h* und *i* Luft zutreten lassen, um den Verbrennungsproceß in beliebiger Weise zu leiten und die Wärme gleichmäßig zu vertheilen. — Man kann auch die Verbandsteine fortlassen [1]).

Fig. 70.




Schnitt nach A A

Schnitt nach B B

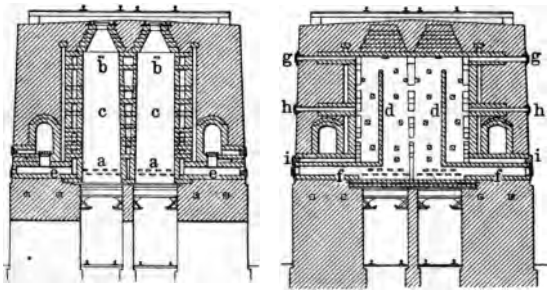



Fig. 71.

Bei den stehenden Koksöfen von Th. Bauer (D. R.-P. Nr. 28530) treten die Destillationsproducte der Kohlen aus der Kammer *K* (Fig. 72

[1]) Dingl. 237, 453.

[illegible]

[illegible] mit [illegible] [illegible]

[illegible]

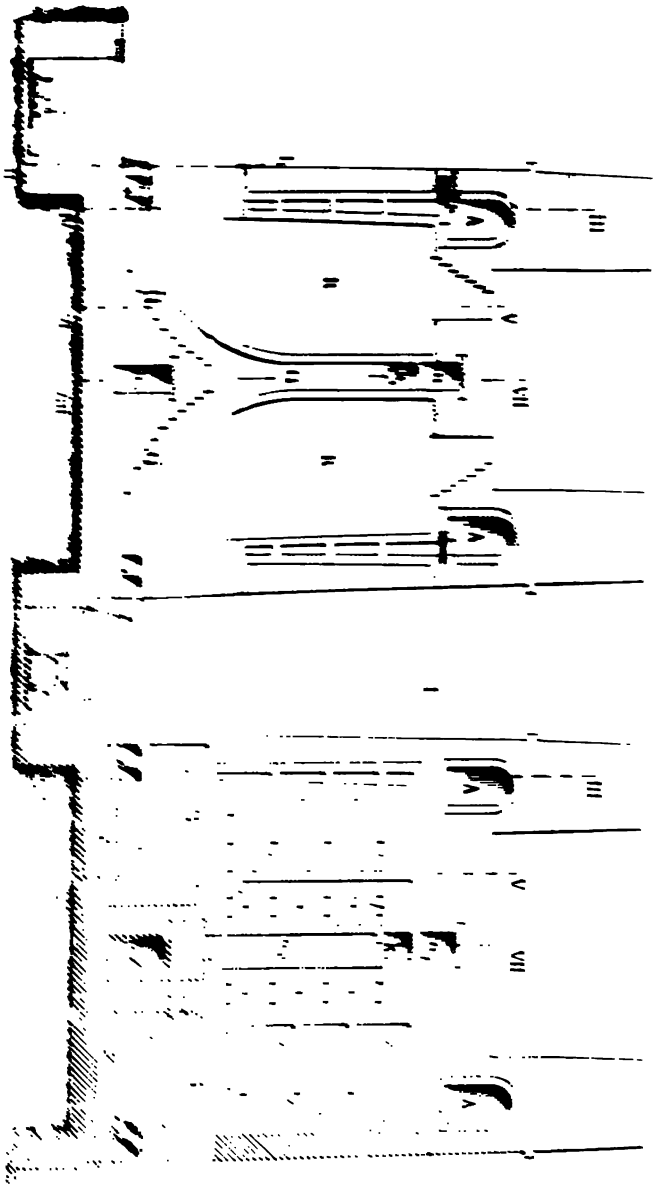


Fig. 72.

Fig. 73.

[illegible] der [illegible] lebe[illegible]

[illegible] Unter[illegible]

r Bogensohle $G$ strömen sie nun aufwärts, zuletzt in senkrechter Richtung, a endlich in einigen Steinschichten unter der Deckschicht der Verbrennungsräume gleicher Höhe mit der bedeutend vorerhitzten Verbrennungsluft $L$ und mit

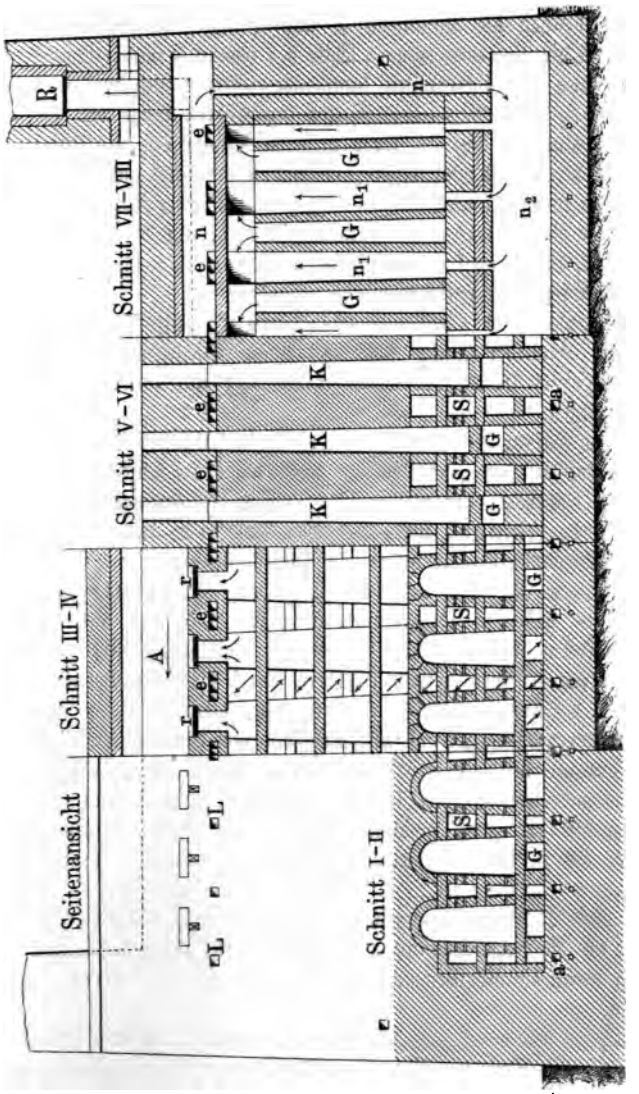



Fig. 74.

dieser sich kreuzend auszumünden. Die Luft $L$ wird von außen ebenso wie $a$ durch Schieber geregelt, zieht durch Canäle über der Deckschicht der Verbrennungsräume ein, sammelt sich in einem oberen Längscanal $n$, fällt durch in der Seitenmauer ausgehaltene Luftschächte abwärts, um sich in einem Längs-

canale $n_2$, welcher unten in der Ofenmitte sich befindet, zu sammeln und von da durch Schlitze in die zwischen den Gascanälen $G$ liegenden senkrechten Luftcanäle $n_1$ zu gelangen, welche wieder mit einem Schlitze an der Berührungsstelle mit den Gascanälen in den Canal $k$ endigen. In der Nähe der Berührungsstelle besitzen die Kammern $K$ noch einige Gasaustrittsspalten und ziehen nun auch die hier austretenden Gase des oberen Kammertheiles, im Vereine mit den aus den Gascanälen kommenden Gasen und mit der hoch erhitzten Luft bei $e$, die weiteren mit Pfeilen bezeichneten Wege bis zu den Registern $r$; jede Kammer hat an ihrer äußeren Schmalseite ein Register, das den Zutritt in den Längscanal regelt, welcher beiderseitig auf dem Ofen angebracht ist und in die Kamine oder in aufgesetzte senkrechte Röhrenkessel mündet. Diese besitzen je ein Haupt- bezw. Kaminregister $R$, um die in dem Abzugscanale $A$ (bezw. Längscanal oben) sich sammelnden verbrannten Gase nach Bedarf und dem Ofengange entsprechend zu entlassen.

Die Entnahme der Gase zur Gewinnung von Theer und Ammoniak kann entweder nächst der mit einem Schamottefutter versehenen Ofenthür am tiefsten Punkte der Kammersohle, oder auch unterhalb der eisernen Gichtdeckel erfolgen.

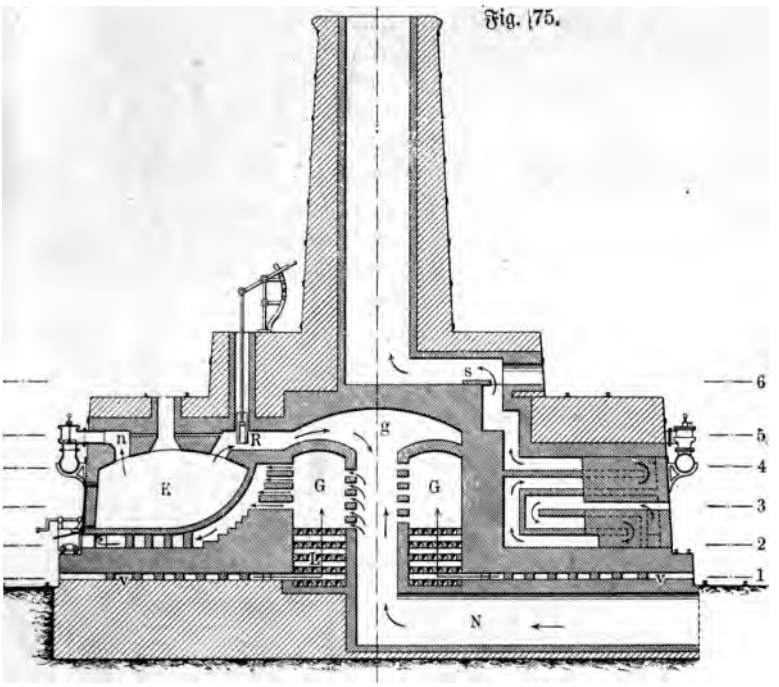
Nach dem Zusatzpatent Nr. 32235 theilt derselbe bei seinem senkrechten Koksofen den Luftcanal in zwei Stränge, wobei der obere seine Bestimmung zur Luftzuführung beibehält, der untere Canal aber zur Aufnahme der von der Nebenproductgewinnung zurückkehrenden Gase dient und zu diesem Zweck in die aufsteigenden Luftcanäle mündende Schlitze besitzt.

Nach ferneren Angaben desselben (D. R.-P. Nr. 41901) ist ein Gassammelraum $G$ und ein Luftsammelraum (Fig. 75 und 76) vorgesehen. Aus ersterem sollen die sämmtlichen Sohl- und Seitenzüge einer ganzen Koksofengruppe ununterbrochen gespeist werden; durch die freie Verbrennung des Gasgemisches, welches entsteht durch das Zusammentreffen der aus den geöffneten Kammerraumregistern $K$ und aus dem von der Condensation $N$ kommenden Retourgase mit der erwärmten Verbrennungsluft $v$, entsteht eine einheitliche Gasquelle von höchster Temperatur in dem Luft- und Gassammelraume $G$, welche ein ganz gleichmäßiges Heizgas für die Umspülung aller Kammern $K$ bis zu den Regulirungsschiebern $s$ hin im Verbrennungsraume liefert.

Wenn ohne Nebengewinnung gearbeitet wird, also der Canal $n$ zu den Saugrohren für die Nebengewinnung abgeschlossen ist, gehen die ganzen directen Kammergase durch die Register und den Gasraum $G$ in den Contactcanal zur Verbrennung.

Diese Oefen sind durch Th. Bauer u. Riederer (D. R.-P. Nr. 50331) dahin geändert, daß Rost $R$ (Fig. 77 a. S. 82) zum Anheizen dient, bezw. bei sehr schwer gasenden Kohlen, Braunkohlen u. dergl., zur Unterstützung der Destillationsgase durch besondere Feuerung. Der große Gas- und Luftsammelraum wird durch Zwischenwände, entsprechend den einzelnen Kammern, abgetheilt. Im oberen Ofentheile ist eine directe Verbindung mit dem Kamine hergestellt. Die Verbrennungsräume bleiben am Fuße der Sohlen in Zu-

Fig. 75.




Horizontalschnitte nach 1—6

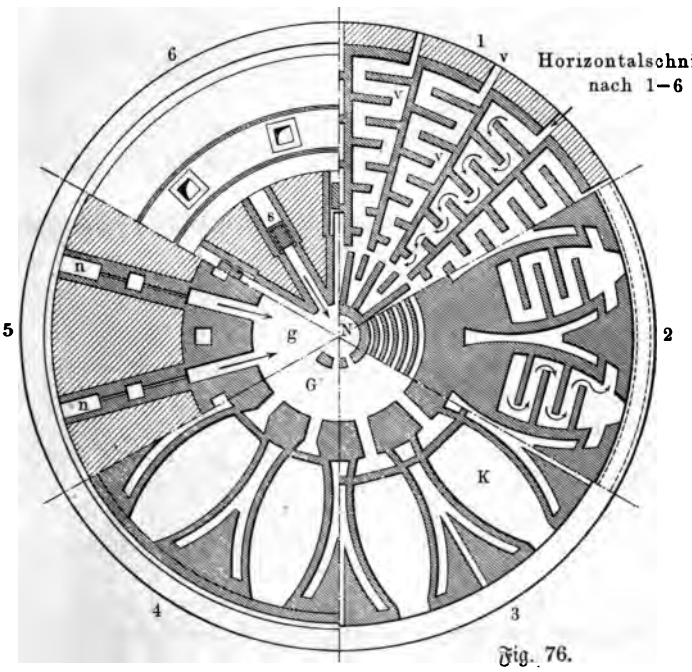
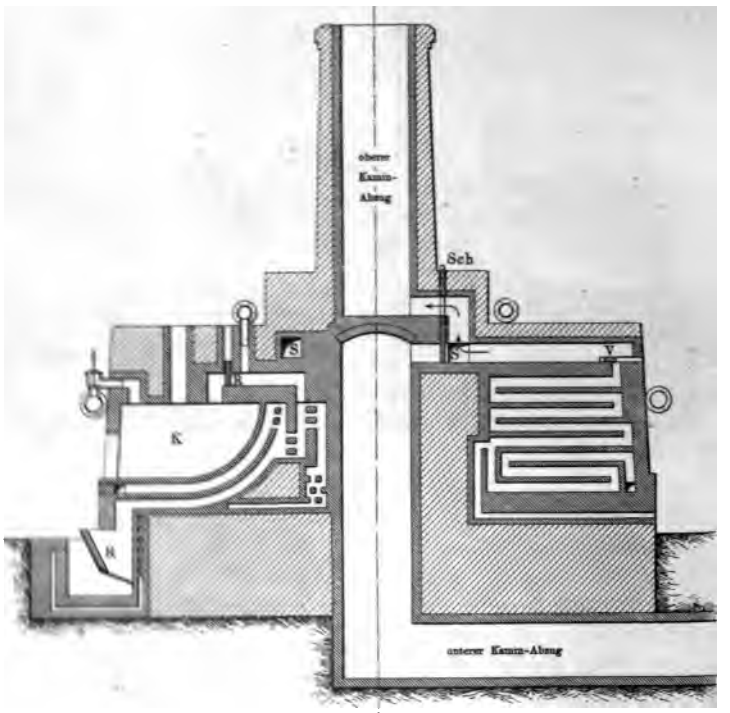



Fig. 76.

ſammenhang, derſelbe kann aber am Ende der Sohlen leicht aufgehoben werden, wonach alſo jede Kammer mit den ihrer Füllung entſtrömenden Gaſen für ſich allein arbeiten kann, indem die Gaſe am oberen, der Mitte der Gruppe zu gelegenen Ende der Sohle durch eine mittelſt Regiſterſteine *R* verſchließbare Oeffnung, nachdem ſie für ſich, innig mit regelbarer bezw. vorgewärmter Luft gemiſcht, unter der Sohle nach abwärts ziehen; unten angekommen, gehen ſie,

Fig. 77.



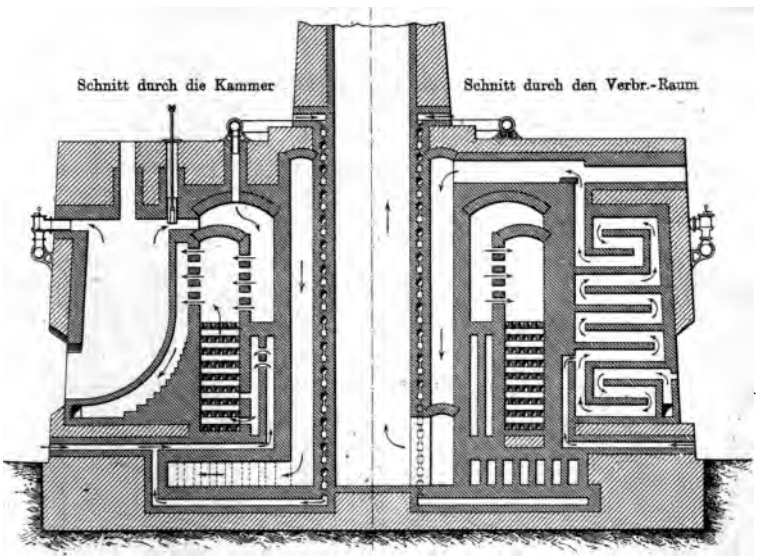

in dem zur einen Seite der Kammer gelegenen Verbrennungsraum kreiſend, nach oben zum Verbrennungsraumregiſter *V*, während die Gaſe der Nachbarkammer, in derſelben Weiſe ziehend, die andere Kammerwand erhitzen.

Durch den Fuchsſtein iſt die erwähnte Trennung einfach hergeſtellt; da dieſer Stein leicht entfernbar, ſo kann man nach Belieben eine Kammer mit der neben ihr liegenden oder mehrere oder alle mit einander verbinden, in welchem Falle die Gaſe jeder Kammer am Fuße derſelben nach beiden Seiten abziehen und aufwärts bis zum Verbrennungsraumregiſter ſtreichen. Ferner iſt die Anordnung getroffen, daß die aus dem Verbrennungsraumregiſter kommenden verbrannten Gaſe, ehe ſie in den Kamin gelangen können, in einen kreisförmigen, durch Zwiſchenwände in beliebige Sectoren getheilten Sammelcanal *S* kommen, aus dem ſie je nach Schluß oder Oeffnen eines Kamin-

schiefers *Sch* in den Abzug nach oben (aufgesetzter Kamin) oder nach unten (seitwärts stehender Kamin oder Kesselheizung) abziehen können.

Nach Angabe von Th. Bauer[1]) führten fortgesetzte praktische Erfahrungen den Wunsch, äußerst sparsame Kohlen und Kohlenmischungen noch auf gute Producte und billig verarbeiten zu können, sowie mit einer einzigen Gruppe den Bedarf eines Hochofens vollständig decken zu können (60 bis 70 t in 24 Stunden) zur Construction des in Fig. 78 dargestellten Ofens. Derselbe hat bei 15 m Durchmesser der Gruppe 40 Kammern mit je $2^1/_2$ t Kohlenfassungsraum für 24 Stunden = 100 t für jede Gruppe, so daß, je nach dem festen Kohlenstoffgehalt der zur Verarbeitung kommenden Kohlen oder deren

Fig. 78.




Mischungen mit Anthracit (60 bis 85 Proc.) in 24 Stunden in einer solchen Gruppe 60 bis 85 t Koks erzeugt werden können, da das Ausbringen dem theoretischen fast ganz gleichkommt. Bei sehr mageren Mischungen, wie z. B. in le Creusot (50 bis 55 Proc. Anthracit auf 50 bis 55 Proc. Halbfettkohlen von St. Etienne), betrug der Stückkoksfall 92 Proc., der Kleinkoks 4 Proc., die Lösche 4 Proc. vom gesammten Koksausbringen. Diese Gruppen sind mit einer besonderen Vorerhitzung der Verbrennungsluft durch die abziehenden Gase ohne Zugumkehr und Regeneratoren ausgerüstet. Die Gruppe enthält in ihrer Mitte das Abzugskamin, dessen Schacht aus starken Steinen hergestellt ist, welche von außen und innen durch die abziehenden Gase bestrichen werden, wodurch in innerhalb der mittelst verticaler Oeffnungen mit einander verbundenen Kreiscanäle ziehende Luft erhitzt wird.

[1]) Glaser's Ann. 1887, Sonderabdruck.

Einen ringförmig angeordneten stehenden Koksofen beschreibt auch C. Gödecke (D. R.-P. Nr. 9853).

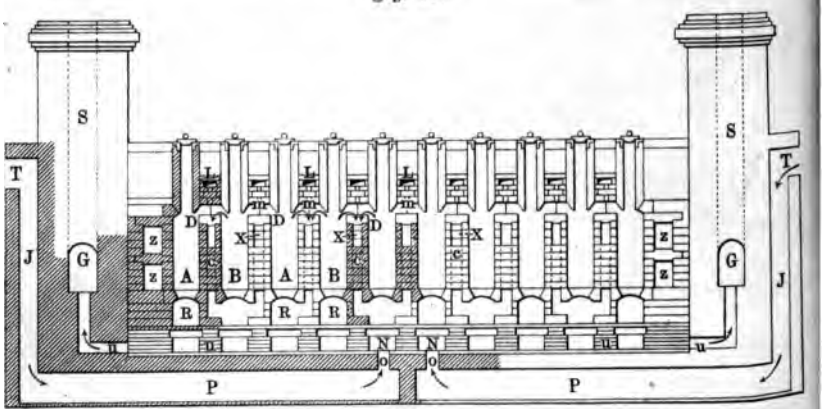
Nach J. McCulloch und Th. Reid (*D. R.-P. Nr. 31158) ruhen die kreisförmig angeordneten Koksöfen auf eisernen Säulen. Die auf den Säulen liegenden eisernen Platten sind mit Oeffnungen für die Böden der Retorten versehen.

Nach The Economic Gas and Coke Comp. (D. R.-P. Nr. 59893) liegen die Ofenpaare zwischen je einer für beide Oefen des Paares gemeinsamen Verbrennungskammer einerseits und einem gleichfalls gemeinsamen Gassammelraum andererseits und stehen mit diesen Räumen durch Canäle in Verbindung. Jeder Ofen bildet eine schmale aufrechte Kammer; der Boden und die Decke haben eine Neigung von etwa 33°, während die Seiten- und Endwände lothrecht stehen [1]).

### 3. Liegende Koksöfen.

Koksofen von E. Coppée (D. R.-P. Nr. 9908). Die einzelnen Oefen *A* und *B* (Fig. 79) sind durch Mauern aus feuerfesten Steinen abgetheilt. Die entwickelten Gase treten durch 18 seitliche Oeffnungen *D* in die

Fig. 79.

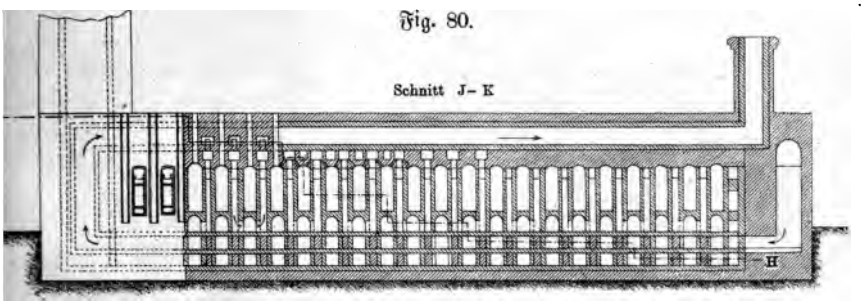



horizontal laufenden Züge *X* und gehen durch die senkrechten Züge *c* in die Canäle *R*, um zum Schornstein zu gelangen. Kleine Züge *L* laufen den Oefen entlang und führen die zum Verbrennen der Gase erforderliche vorgewärmte Luft durch Oeffnungen *m* in die Züge *X*. Die zum Kühlhalten der Ofenmauern dienende Luft tritt durch seitliche Oeffnungen *T* ein, geht durch Canäle *J* abwärts in die vier gewölbten Gänge *P*, steigt durch acht Oeffnungen *o* in die beiden Gallerien *N* und vertheilt sich in die Züge *u*, um von dem Sammelcanale *G* aus durch den Schornstein *S* zu entweichen. Werden die Oefen nach je zwei Tagen gewechselt, so entleert man den Ofen *A*

[1]) Fischer's Jahresber. 1892, 9.

24 Stunden später als den damit zusammenhängenden Ofen *B*, so daß dessen Flammen Sohle und Wände des Ofens *A* während des Einfüllens erhitzen. Ist dieser Ofen mit Kohle gefüllt, so entweichen die Gase zu beiden Seiten der Wölbung durch die Oeffnungen *D*, treffen in den Canälen *X* mit den heißen Gasen der Oefen *B* und der bei *m* eintretenden Luft zusammen und verbrennen. Die Flamme geht nun durch die senkrechten Züge *c* nach unten in den unter

Fig. 80.



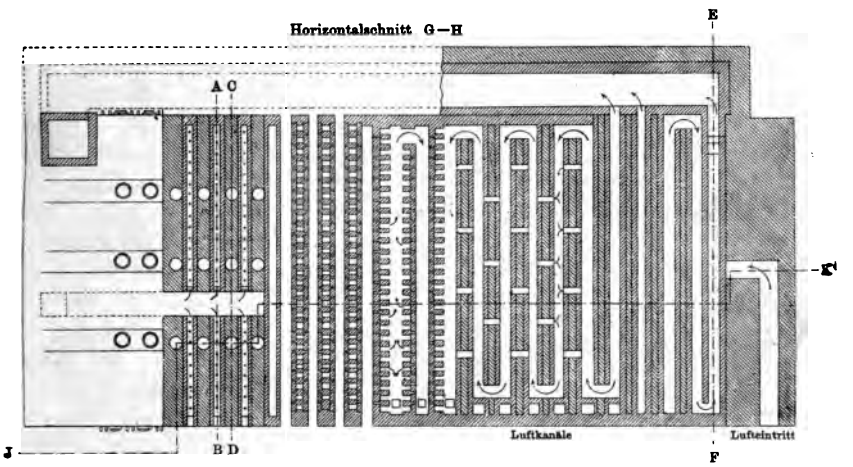




Fig. 81.

der Sohle des Ofens *A* befindlichen Zug *R*, dann unter die Sohle des Ofen *B* und entweicht zum Schornstein. Beim Betriebe der seitlichen Oefen gehen die heißen Gase von den Zügen *R* aus zunächst durch die horizontalen Züge *z*, bevor sie zum Schornstein gelangen.

Nach neueren Mittheilungen[1]) haben die jetzt von der betreffenden Firma ausgeführten Oefen die durch Fig. 80 bis 84 dargestellte Form. Die Größenverhältnisse des 48stündigen Ofens sind gewöhnlich 0,6 bis 0,7 m breit, 2 bis 2,3 m Höhe, 9 bis 10 m Länge. Die Gase strömen am Ofenobertheile, in

[1]) Glückauf 1894, 1432; Zeitschr. f. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1896; Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw. 1899, 17; Fischer's Jahresber. 1890, 3, 1895, 11.

jeder Kammer und auf jeder Seite durch 28 Oeffnungen, in die Canalisation ab. Die Oefen gehen vier und vier zusammen. Die Gase des gefüllten Ofens treffen unmittelbar bei ihrem Austritt die Gase zweier Nachbaröfen, die in vollem Betriebe sind, da sie 12 oder 24 Stunden früher in Gang kamen. Diese Gase mengen sich in einem wagerechten Canale oder Verbrennungsraume, der sich oben über die ganze Ofenlänge erstreckt. Ueberdies wird dem Gasgemenge im Verbrennungsraume Luft zugeführt. Nach der Verbrennung ziehen die Gase durch 28 lothrechte Züge hinab und münden unter der Sohle der Kammer; gleichzeitig gelangen ebenda die Gase eines Nachbarmassivs hinzu, so daß unter der Sohle eine neue Gasmischung erfolgt. Diese nach einander erfolgenden Mengungen tragen dazu bei, die Ofentemperatur wesentlich zu erhöhen. Schließlich durchströmt das Gemenge die Sohle von einem Ende zum anderen und beim Rückzuge gelangt es von einem der beiden Enden noch unter die Sohle einer Nachbarkammer, die es wieder in der ganzen Länge durchzieht, um endlich in den großen Sammelcanal zu fallen, der unter den Oefen liegt. Dieser Canal ist bisweilen auch außerhalb angebracht.

Fig. 82.

Schnitt A–B

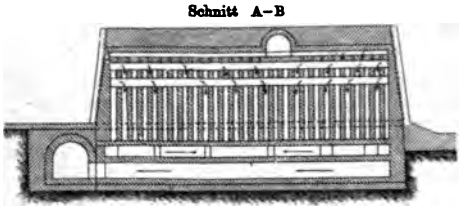


Fig. 83.

Schnitt C–D

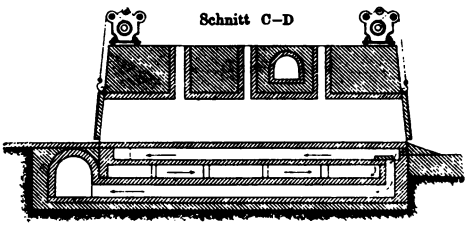
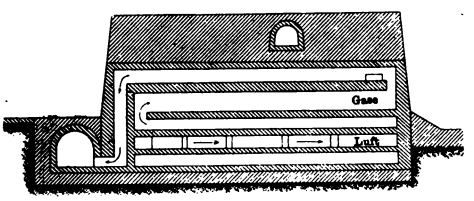


Fig. 84.

Schnitt E–F




Die Wärmeentwickelung durch die Gasverbrennung in den Sohlencanälen ist so stark, daß die Grundmauer bisweilen schmilzt; man hat es demnach nöthig gefunden, die Canäle von der Grundmauer durch einen Luftcanal zu isoliren. Die Luft wird in Gewölben unter den Kammern der Batterielänge nach zugeführt, sie kommt in die Mitte der Batterie, steigt durch wagerechte Canäle in der Längenrichtung der Kammern empor und kehrt gegen die Widerlager zurück, wo sie dann durch eine kleine Specialesse oder durch den Ofen selbst in den wagerechten Canal angesaugt wird, der über dem Verbrennungsraume liegt.

Die Luft wird vorgewärmt der Verbrennung zugeführt. Es war ziemlich

:rig, für das Ofenmassiv, das eine Breite von 33 bis 45 cm hat und von Menge wagerechter Canäle durchzogen wird, eine solide Construction zu ten. Dieser wie ein Block solide Bau wurde durch eine Reihe von in der greifenden Steinen t; die ganze Construction, Sohlen, Oefen, Canäle en aus Gewölben. Bei : letzten Anlage ist Cop- u folgenden Productionen gt: 24 Stunden Brand- öfen produciren in 24 den aus Kohlen mit 17 18 Proc. flüchtigen Be- theilen durchschnittlich k; 48 Stunden Brand- öfen liefern in 48 Stun- us Kohlen mit 20 bis roc. flüchtigen Bestand- n 55 bis 60 hk und rate für zwölfstündige ddauer ergeben in 24 den aus Kohlen mit roc. flüchtigen Bestand- n 30 hk. Das indu- e Ausbringen in allen t Oefen ist demnach an- nd gleich dem theoreti- im Tiegel. Diese große uction wird durch die thümliche Gascirculation durch die Mengung mit r Luft in besonderen Ca- erreicht. Zu einer Tages- uction von 100 t Koks ht man 40 Oefen für tunden Branddauer oder Oefen für 48 Stunden ddauer. Mit einem Ofen- n, daß in 24 Stunden 18 hk liefert, was ein Durchschnitt ist, würde 56 Oefen nöthig haben. r diesen Vortheilen ge- t der Coppée-Ofen das ken von Kohlen, die

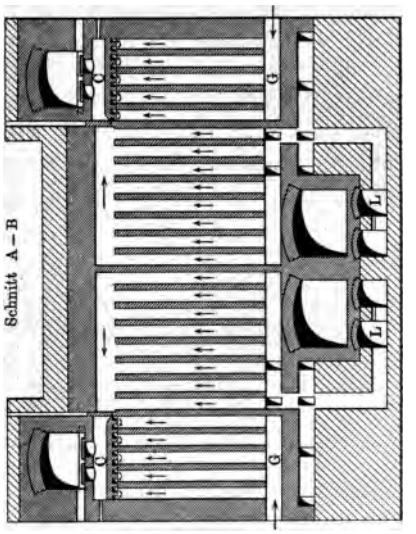



Fig. 86.

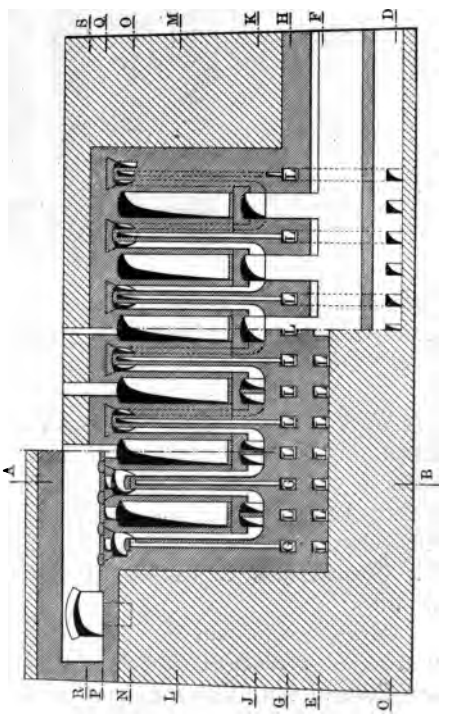
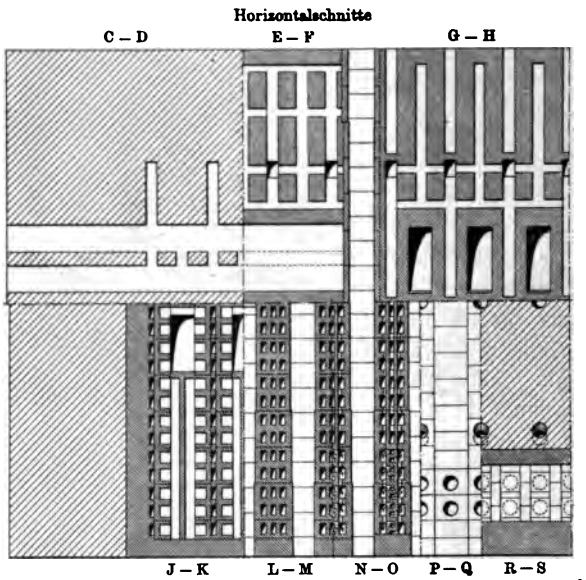



Fig. 85.

früher dazu ungeeignet erschienen. Auf vielen belgischen Gruben liefern diese Oefen einen ausgezeichneten Koks aus Kohlen mit nur 14 bis 16 Proc. flüchtigen Bestandtheilen.

Liegender Koksofen von Th. Bauer (D. R.-P. Nr. 67275 und 73701) bezweckt, durch eine besondere Anordnung der Luft- und Gasführungszüge mit einem geringeren Luftüberschusse, als dies bisher bei Koksöfen der Fall war, arbeiten zu können und dadurch weniger und heißere Verbrennungsproducte zu erzielen. In Folge dessen wird die Anwendbarkeit geringerer Querschnitte der Züge und Canäle, sowie schwächerer Wandungen möglich, ohne

Fig. 87.




Beeinträchtigung der Haltbarkeit, und die Anlagen für die Winderhitzung und Nebenproductgewinnung werden bei gleichem Erfolge minder groß und theuer (Fig. 85, 86 a. v. S. und Fig. 87).

Beim Betriebe ohne Condensation werden die Register der Sammelcanäle und der Verbrennungsräume entsprechend geöffnet. Dadurch werden die im Canale *G* sich ansammelnden Gase gezwungen, nach Bedarf in die Contacträume *C* zu ziehen, wo sie sich mit der regulirbar zuströmenden heißen Luft *L* mischen, welche sturzflammenartig in die Verbrennungsräume gelangen, deren Anordnung sie abwärts, aufwärts und wieder abwärts zum Abzugscanale führt. Die Gasüberschüsse in den Sammelcanälen werden durch besondere Register abgeleitet.

Beim Betriebe mit Condensation werden die Gase durch Gasometerdruck bei *G* eingeblasen; die Luft tritt bei *L* ein. Die Register der Oefen in dem Sammelcanale werden entsprechend geöffnet und die Gase an den Enden

er Sammelcanäle abgesaugt. Die Register von dem Contactraum in den Sammelcanal bleiben ganz geschlossen. Die Gase treten durch die Gitterung den in den Contactraum, mischen sich mit der regulirbar zugeleiteten heißen Luft und machen ihren weiteren Weg, wie zuvor angegeben.

Die Gesellschaft Schneider u. Co. in Creusot hat eine Gruppe von 40 Bauer'schen Koksöfen (D. R.-P. Nr. 32660), welche wagerecht angeordnet, sonst aber Pat. Nr. 28530 entsprechen, herstellen lassen, welche seit Mai 1886 vollendet, in 24 Stunden 60 t Koks liefern. In Creusot wurden 50 Proc. Anthracitstaub mit 50 Proc. Backkohlen von St. Etienne verarbeitet. Dabei gaben 182355 k genannter Kohlenmischung 134693 k Koks. Wenn man die Nässe der gewaschenen Kohlen in Rechnung brachte, so gelangte man zu einem Ausbringen von 75 Proc. Koks einschließlich des Aschengehaltes von 5,75 Proc.

Demnach berechnet sich 1 t Koks, unter Berücksichtigung der in Frankreich bestehenden Preise, wie folgt:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 87530 k Kohle St. Etienne zu . . . . . | 20 | Frcs. | = 1750 60 |
| 87530 „ Anthracit zu . . . . . | 6 | „ | = 525 18 |
| | | Frcs. | 2275 78 |
| Hiervon ab für die Asche . . . . . | | „ | 86 45 |
| | | Frcs. | 2189 33 |
| Erzeugung: 1345 t Koks. | | | |
| Der Preis für 1 t Koks stellt sich also auf . . | | „ | 16,28 |
| Kosten, Amortisation des Ofens und Arbeitslohn | | „ | 0,96 |
| Allgemeine Auslagen . . . . . | | „ | 0,50 |
| | | Frcs. | 17,74 |

Die Werke in Creusot arbeiten sogar selbst mit 45 Proc. Backkohle und 55 Proc. Anthracit[1]).

Liegender Koksofen von Gebr. Röchling (D. R.-P. Nr. 33956, 35001 und 38312). Die Gase treten durch das Rohr *a* (Fig. 88, 89 a. f. S. und Fig. 90 a. S. 91) in den Canal *b* und aus diesem durch die Spalten *c* in den Sohlcanal *d*. Die Luft tritt durch den Canal *e* in die Canäle *f*, umspült den Abhitzecanal *g* und steigt durch die Spalten *h* in den Sohlcanal *d*, wo sie hoch erhitzt mit dem Gase zusammentrifft und die Verbrennung desselben bewirkt. Die brennenden Gase steigen durch die Züge *i* aufwärts, durch die Züge *k* abwärts in den Abhitzecanal *g* und von da nach dem gemeinschaftlichen Kamine. Der Zutritt von Gas und Luft wird durch auf die Spalten *c* und *h* gelegte verschiebbare Steinplatten geregelt.

Fr. Lürmann hat in einer Anzahl von Patenten[2]) Oefen beschrieben, in denen die Kohlen ununterbrochen vorgeschoben wurden. Es werden z. B. die Gasaustrittsöffnungen *a*, (Fig. 91 a. S. 91 und Fig. 92, 93 a. S. 92) in den Seitenwänden angebracht. In Folge dessen füllt sich der Entgasungsraum in seinem nicht mit Koks besetzten Theile mit Gasen an, welche eine

[1]) Glaser's Ann. 1887, 28. — [2]) D. R.-P. Nr. 12432, 13021, 15512, 16118, 16134, 16741, 17055, 17179, 17203, 18128, 18693, 18927, 20211, 29088, 29557.

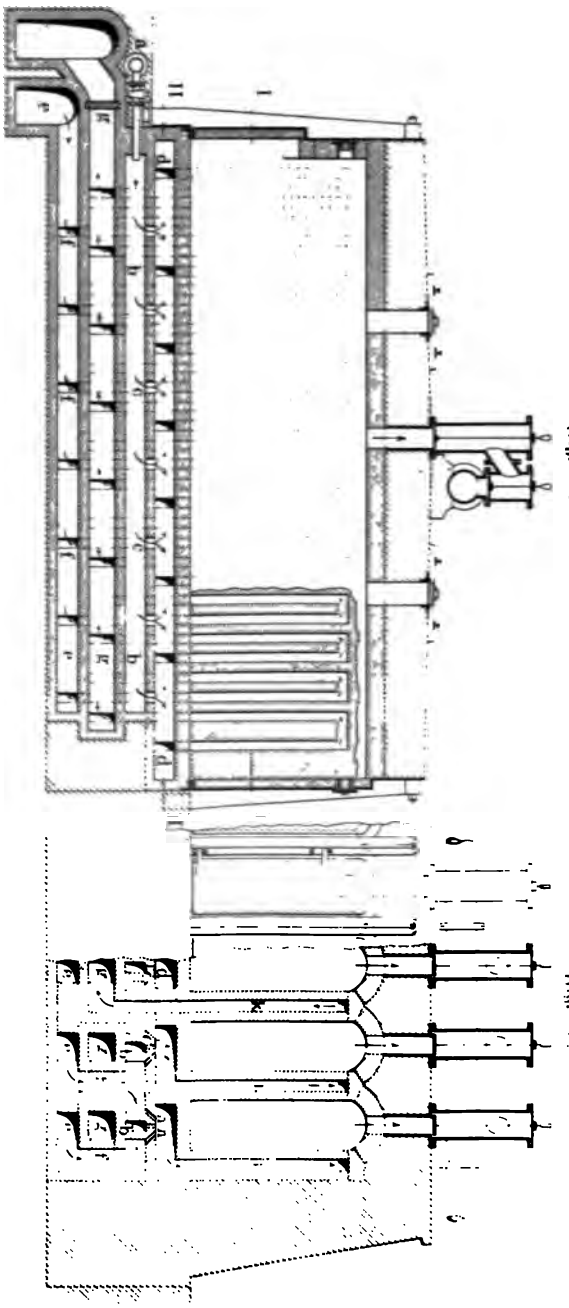


Fig. 84.

Fig. 85.

gewisse Spannung haben und so den Zutritt der Luft entweder ganz verhindern, oder sich mit dieser verbinden, so daß die Koks von der Luft nicht verzehrt werden. Die Gase treffen dann in den Gassammelräumen *D* mit der zur Verbrennung erforderlichen kalten oder erhitzten Luft zusammen, welche durch Canäle *m* bis *o* zugeführt wird. Die Verbrennungsgase gelangen durch Oeffnungen *i* in den Abhitzecanal *J*. Die niederfallenden Züge sind mit *d* bis $d_2$, die aufsteigenden mit *f* bis $f_2$, die wagerechten mit *e* bis $e_2$ bezeichnet. Ferner können außer den Gasaustrittsöffnungen *a* in den Seitenwänden auch noch solche Oeffnungen *g* in dem Gewölbe der Entgasungsräume angebracht werden.

Die Betriebsergebnisse mit Lürmann'schen Oefen waren anfangs nicht sonderlich [1]). Nach

[1]) Stahl u. Eisen 1883, 397.

späteren Nachrichten[1]) lieferte eine Gruppe von zehn solcher Oefen im Wurmreviere aus 11 725 t Kohlen 8850 t Koks. Die aufgegebene Mischung bestand aus 10 bis 12 Proc. Brei, 13 bis 18 Proc. Kokskohlen und dem Reste magerer Kohlen des Wurmreviers. Ein Koksofen verarbeitete täglich 3,2 t Kohlenmischung und erzeugte 2,4 t Koks. Diese durchschnittliche

Fig. 90.

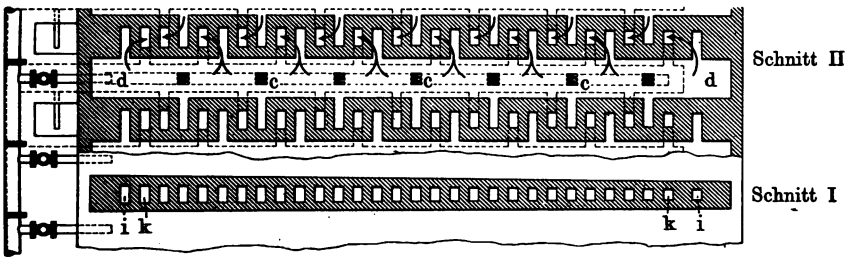
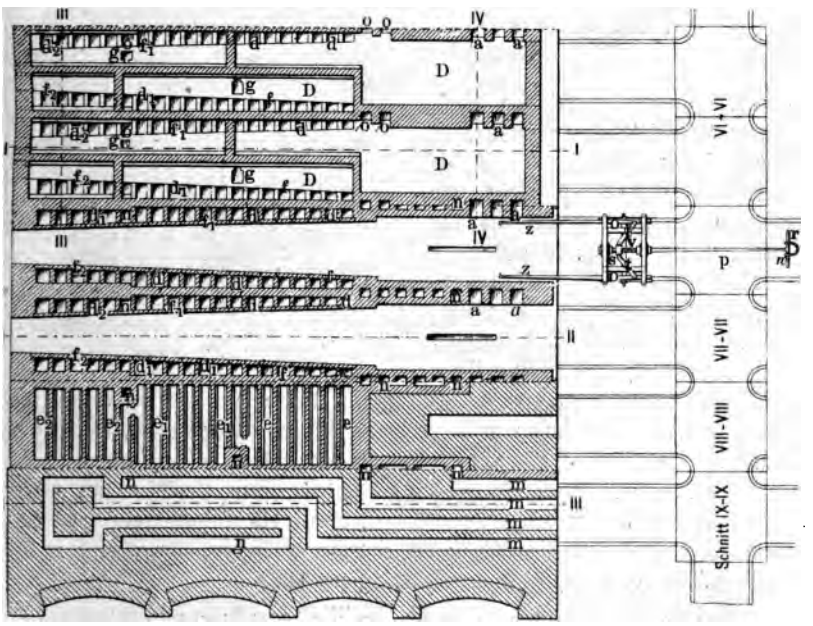


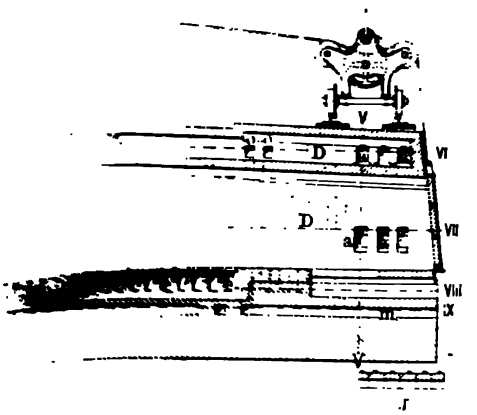

Fig. 91.

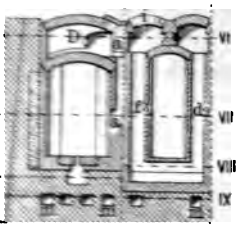



Leistung ist derjenigen der Koksöfen anderer Systeme gleich, in welchen die obigen Mischungen jedoch nicht verkokt werden können. Die Beschickung der Koksöfen mit Kohlen wird in Kohlscheid durch eine für eine Reihe Oefen gemeinschaftliche Maschine bewirkt, welche den Koksausdrückmaschinen gewöhnlicher

[1]) Stahl und Eisen 1890, 821.

Ofen gestellt werden kann. Die
auch viermal mit etwa 1 t Kohlen
wobei der fertige Koks aus der Thür
rippe herausgeschoben wird. Durch
seit September 1888 im Betriebe




aus den Generator-
Zweige theilt, wodurch es
zu verkleinern.
Koksofen mit wage-
Durchgangsquerschnitte,
abwechselnd in der

(1889) ist als
Fascanälen und
Er besteht
auch von
Verbrennung
Luft[1]).

Um bei liegenden Koksöfen mit Gewinnung der Nebenproducte das garbleiben der Kokskuchenköpfe zu vermeiden, legt J. W. Reinhaus . R.-P. Nr. 94016) die erste Zunge bei den Verbrennungspunkten auf den Seiten des Ofens nur 20 cm von der Kopfwand entfernt, während die eigen Zungen 55 cm von einander entfernt liegen. Es wird hierdurch bekt, daß die Feuergase, ehe sie in die Längswand eintreten, zunächst den ßersten Kopf der Wand bestreichen und diesen scharf heizen.

Nach G. Martin (D. R.-P. Nr. 72803) werden die Heizgase von den hlencanälen nach dem unteren Wandcanale geleitet, um dann nach dem eiten und dritten Wandcanale aufzusteigen und schließlich senkrecht nach dem chs abzufallen. Durch diese Anordnung in Verbindung mit der besonderen Heizung mit Gas des unteren und oberen Wandcanales, sowie des Sohlales und der Zuführung der stark erhitzten Luft zum Sohlcanal und unteren andcanal, soll erreicht werden, daß die Sohlcanäle und der untere Wandcanal onders hoch erhitzt werden, daß die Brenngaszuführung zu den Sohl- und andcanälen nur von einer Seite der Koksöfen (der Preßmaschinenseite) aus chieht, sowie daß die Zugregelung jedes einzelnen Ofens durch die einfache wegung eines Schiebers ermöglicht wird.

Beim Koksofen von F. Ströhmer (D. R.-P. Nr. 46595) sind die i oberen Canäle durch Oeffnungen mit einander verbunden und an ihrer hle mit Oeffnungen versehen, auf denen mit Löchern versehene Scharmotteten liegen, so daß man dieselben öffnen oder verschließen und so zwei neben ander liegende Oefen mit einander und mit einem Canale verbinden kann. derselben Weise sind die unter der Sohle der Oefen gelegenen Canäle mit ander zu verbinden [1]).

Koksofen von R. Wintzeck (D. R.-P. Nr. 2005). Das Eigenthümje dieses Ofens besteht in dem unter der Ofensohle befindlichen Luftal, welcher durch die aus dem Verkokungsraume abziehenden Gase dieselbe mperatur wie dieser Raum erhält und daher auch die Luft, welche er dem rkokungsraume durch Spalten in der Sohle derselben zuführt, entsprechend wärmt. In Folge der hohen Temperatur der Luft, welche dem Kohlenkuchen geführt wird, kommt ein Theil der sich aus demselben entwickelnden Gase mittelbar zur Verbrennung, hierdurch wird eine raschere und vollkommenere rkokung erreicht, als dies bei den Koksöfen der bekannten Constructionen glich ist.

Die Ofenkammer *a* (Fig. 94 bis 98 a. f. S.) wird während des Betriebes ch die Füllöcher *b* mit Staub, bezw. Kleinkohlen beschickt und die eingefüllten hlen mittelst eiserner Kratzen durch die an beiden Enden der Ofenkammer gebrachten Verschlußthüren geebnet. Die Thüren bestehen aus zwei Hälften, von die untere Hälfte während des Beschickens geschlossen ist, die obere daen während des Ebnens der Kohle geöffnet bleibt. Der Kohlenbesatz erht in der Ofenkammer eine Höhe von etwa 60 cm. Die Entleerung des ens erfolgt mittelst einer Ausstoßmaschine. Während der Kokungsperiode

[1]) Fischer's Jahresber. 1889, 12.

werden die zur Heizung der Ofenwände zu verwendenden Gase aus der Ofenkammer *a* durch die Züge *c* nach den in der Scheidewand angebrachten Canälen *d*, aus diesen in die unter der Sohle des Luftcanales *h* liegenden Canäle *l*, und aus letzteren durch die aufwärtsgehenden Canäle *f* dem gemeinschaftlichen Sammelcanale *g* zugeführt, um durch letzteren in die seitwärts stehende Esse zu gelangen. Die zur Verbrennung der Gase erforderliche Luft wird zugeführt

Fig. 94. Fig. 95. Fig. 98.

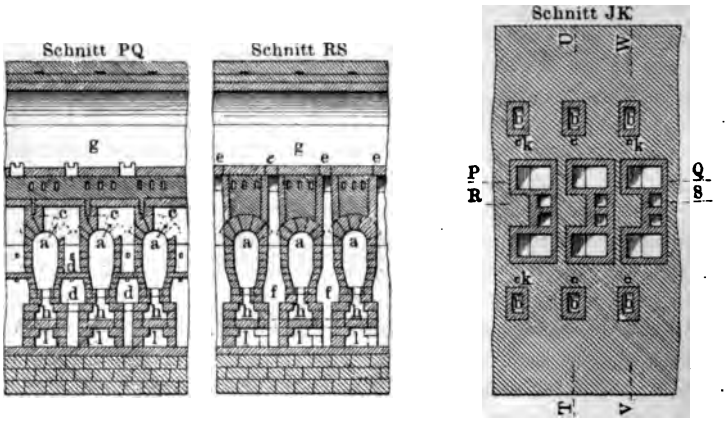
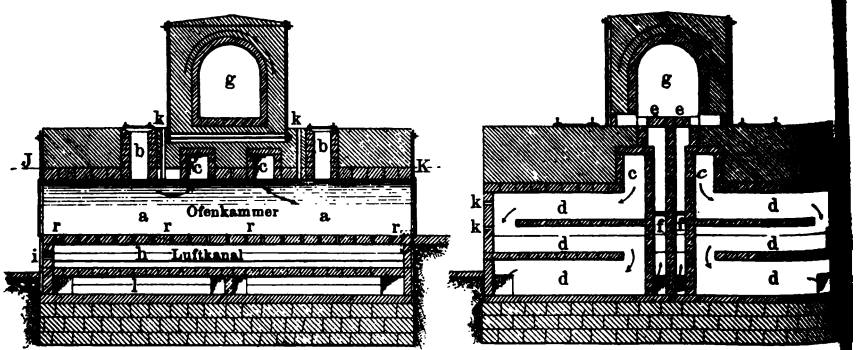



Fig. 96. Fig. 97.




durch die Oeffnungen *i* dem Luftcanale *h* und aus letzterem erhitzt durch die Spalte *r* der Ofenkammer. Erforderlichen Falles kann auch noch durch die an beiden Enden der Scheidewände und im Ofengewölbe angebrachten Oeffnungen *k* Verbrennungsluft zugeführt werden. Die Regelung der Gasableitung bezw. Luftzuführung wird durch die im gemeinschaftlichen Sammelcanale *g* angebrachten Horizontalschieber *l* bewirkt.

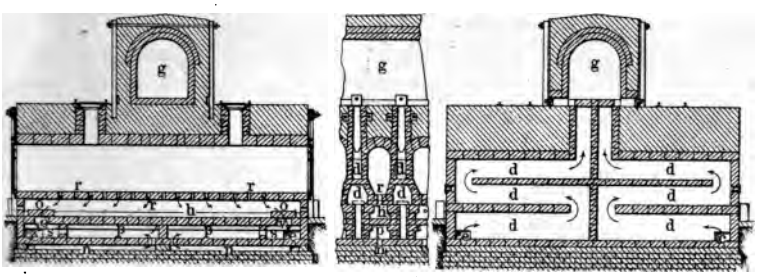
Nach dem Zusatzpatent Nr. 26131 treten die bei der Verkokung entwickelten Gase durch Spalten *r* (Fig. 99 bis 101) der Ofensohle in den Canal *h*, von hier, nach Entfernung der Schieber *o*, durch Oeffnungen *v* in

den Raum *s*, dann durch die Oeffnungen *e* in Horizontalzüge *d*, um durch letztere in den gemeinschaftlichen Sammelraum *g* zu gelangen. Gleichzeitig wird in den Raum *s* Verbrennungsluft eingeführt, welche in den Canälen *n* und *p* vorgewärmt wird.

O. Dilla (D. R.-P. Nr. 53860) beschreibt Anordnungen der Züge ohne oder mit Gewinnung der Nebenproducte [1]).

Der älteste Koksofen mit Gewinnung der Nebenproducte ist von Knab [2]) erbaut; man benutzte kein Sauggebläse und verwandte nur Sohlenheizung. Carvès verbesserte dieselbe besonders durch Anwendung der Wandheizung [3]). Die in Bessèges betriebenen Carvès'schen Oefen [4]) wurden nach mehrfachen Versuchen nur 0,6 m breit gebaut. Ueber der kleinen Rost-

Fig. 99. Fig. 100. Fig. 101.




feuerung *d* (Fig. 102 bis 107 a. f. S.) mündet das Rohr *e*, welches die bei der Verkokung gebildeten Gase, nach Abscheidung des Theers und Ammoniakwassers, zuführt. Die Verbrennungsgase gehen durch den Canal *c* unter der Ofensohle um die Zunge *n* herum, steigen dann aufwärts bis zu dem obersten der drei in den Zwischenwänden liegenden Züge *a* und gehen durch diese nach unten in den zum Schornsteine führenden Canal *S*. Die einzelnen Verkokungsräume *A* werden durch Oeffnungen *g* mittelst Wagen *h* gefüllt; die gleichmäßige Ausbreitung der Füllung geschieht mittelst einer durch Oeffnung *i* eingeführten Krücke. Die entwickelten flüchtigen Producte entweichen durch Rohr *k*, gehen dann durch eine Anzahl liegender Rohre (Fig. 106 und 107), die durch ein Siebrohr *w* mit Wasser berieselt werden, und darauf durch Scrubber, um von Theer und Ammoniak befreit durch Rohr *e* in den Verbrennungsraum geführt zu werden.

Den Bemühungen Hüssener's und K. Möller's ist es wesentlich zu verdanken, daß in Westfalen ein Versuch im großen Maßstabe mit diesen Oefen gemacht wurde, welcher die Gründung der Actiengesellschaft für Kohlendestillation in Essen und den Bau von 50 Carvès'schen Oefen bei Gelsenkirchen zur Folge hatte. Bei diesen von Hüssener verbesserten Oefen [5]) ge-

[1]) Zeitschr. f. angew. Chem. 1890, 636. — [2]) Dingl. 1859, **154**, 97; Stahl und Eisen 1897, 1001. — [3]) Wagner's Jahresber. 1863, 753; Dingl. **142**, 414; **160**, 394. — [4]) Bull. Soc. l'industr. min. 1880, 283; Eng. and Min. J. 1885, 71; Stahl u. Eisen 1883, 560; 1885, 358. — [5]) Stahl u. Eisen 1883, 403.

langt die Beschickung durch vier Oeffnungen *g* (Fig. 108 bis 110) in den Entgasungsraum *A*, welcher an den Kopfenden durch zwei Angelthüren geschlossen ist und dessen Entleerung in gewöhnlicher Weise mittelst Preßmaschine geschieht. Die Stirn der zwischen je zwei Ofen befindlichen Wände ist mit

Fig. 102.

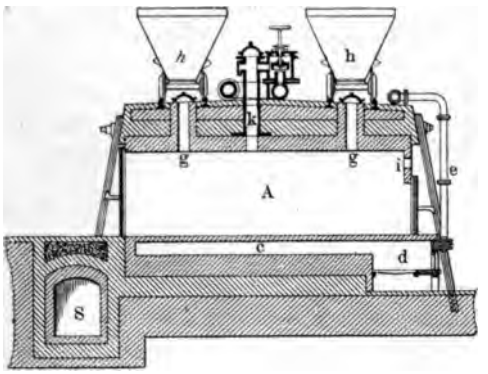



Fig. 104.

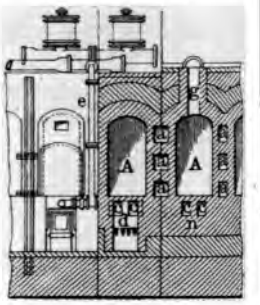



Fig. 103.

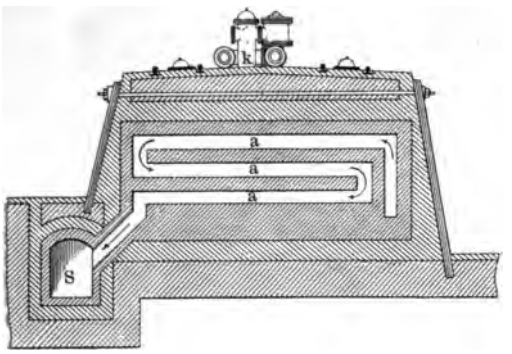



Fig. 105.

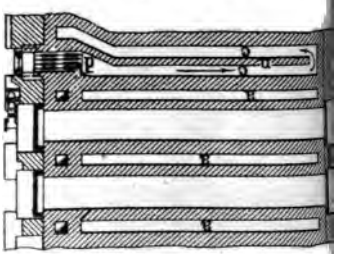


Fig. 106.

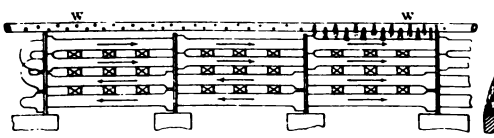



Fig. 107.

gemauerten Pfeilern *t* abgestrebt, welche gleichzeitig die Canäle vor dem Eindringen atmosphärischer Luft möglichst schützen sollen. Die Gase werden durch den Gasfang *k* in die Condensations- und Waschapparate abgesaugt und durch Rohre *e* in den Feuerraum *d* gedrückt, während die Verbrennungsgase die drei wagerechten Canäle *a* durchziehen und durch den Fuchs *r* in den an der Löschseite liegenden Abhitzecanal *S* entweichen. Das Stück am Rohre *e*, welches die Gase bei *d* eintreten läßt, ist ein ringförmiges Doppelrohr, dessen inneres

Rohr Luft zuführt, während durch das Ringstück das Gas einströmt. Da nun bei den Carvès-Oefen die Gase nur in dem Raume *d* verbrannten, so wurden die Wände nicht heiß genug, während die Sohlen verbrannten. A. Hüssener

Fig. 108.

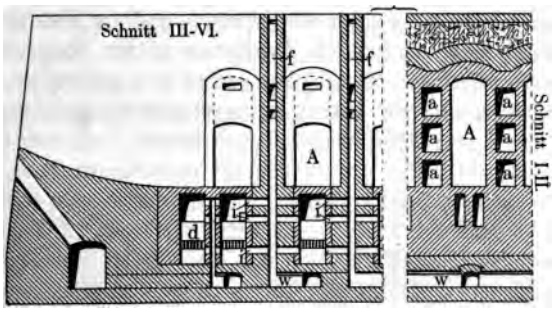



Fig. 109.

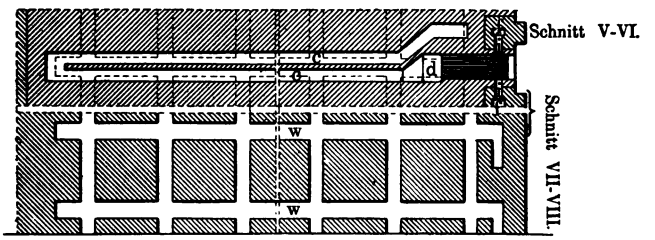
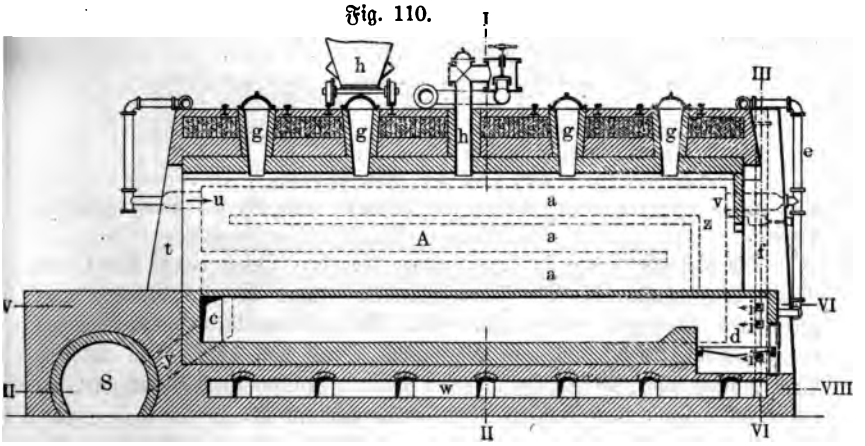



Fig. 110.




führt die in den Kühlcanälen *w* auf etwa 300° erwärmte Luft in den Wandstrebepfeiler *t* mittelst des Schachtes *f* hinauf, dann bei *i* in den Rostfeuerraum *d* und bei *s* in den oberen Wandcanal, an beiden Stellen mit Gas ge-

mischt; schließlich leitet er noch Gas bei a ein, wodurch der Erfolg erzielt wurde, daß die Rostfeuerung außer Betrieb gesetzt werden konnte, so daß die Oefen lediglich durch das selbsterzeugte Gas geheizt werden.

Die Retorte der Kohlendestillationsgesellschaft ist 9 m lang, conisch, im Mittel 0,575 m breit, 1,8 m hoch. Ihr nutzbarer Raum ist 88 Proc. des Gesammtraumes und faßt je 5,5 t fein gesiebter, trockener Kokskohlen, 1 cbm derselben zu 690 k gerechnet. Die Destillation ist seit November 1882 in ununterbrochenem Betriebe. Anfänglich wurden fein gesiebte Gaskohlen von Gelsenkirchen verarbeitet; die Kohlen waren verhältnißmäßig, weil nicht gewaschen, zu unrein, der Absatz machte Schwierigkeiten; außerdem entstand aus der Unreinheit zu viel Lösche, so daß man es vortheilhafter fand, namentlich auch wegen der zeitigen Preisverhältnisse, statt Gaskohlen zum größeren Theile Fettkohlen zu verwenden. Die Garungsdauer, anfänglich 72 Stunden, wurde allmählich durch richtigere Vertheilung der Gase in die Canäle auf 52 bis 56 Stunden heruntergedrückt. Um eine periodische Regelmäßigkeit der Beschickungen und Entleerungen der Retorte zu erreichen, erfolgen dieselben gegenwärtig innerhalb 60 Stunden für den Ofen. Das Ausbringen betrug bei:

| | Gaskohlen Proc. | Fettkohlen Proc. |
|---|---|---|
| Stückkoks . . . . . | 61,70 | 75,0 |
| Kleinkoks . . . . . | 3,50 | 0,8 |
| Lösche . . . . . | 9,18 | 1,2 |
| Theer . . . . . | 2,72 | 2,77 |
| Schwefelsaures Ammoniak . . . | 0,924 | 1,10 |

Der erhaltene Theer ist sehr dünnflüssig; 100 k desselben ergaben 58,83 Proc. Destillate, 39,51 Proc. Pech und 1,66 Proc. Verlust. Die nähere Untersuchung des Theers lieferte:

An Benzol, scharf mit Schwefelsäure und Natron gereinigt und mehrfach fractionirt:

| | |
|---|---|
| von 80 bis 100° siedend . . . . . | 0,59 |
| „ 100 „ 140° „ . . . . . | 0,49 |
| also von 80 bis 140° siedend . . . | 1,08 |
| Sogen. „Solvent Naphtalin“ . . . . . | 0,39 |
| Phenol, scharf gereinigt . . . . . | 1,37 |
| Reinanthracen nach Luck mit Schwefelsäure . . . | 0,95, |

während in allen Gastheeren bisher nur höchstens 0,25 bis 0,3 Proc. gefunden wurden.

Die Rohgase haben in der Vorlage über den Oefen einen Druck von 2 mm Wassersäule und eine Durchschnittstemperatur von 75 bis 80°; die gereinigten Brenngase haben hinter den Waschern in der Brenngasleitung durchschnittlich 90 bis 110 mm Wassersäule Druck und 15°. Die aus der Verbrennung und nach der Heizung der Retorten entstandenen Rauchgase, im vorliegenden Falle klare Abhitze, enthielten durchschnittlich:

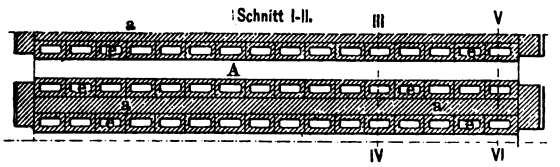
| | |
|---|---|
| Kohlensäure . . . . . | 8,1 Proc. |
| Kohlenoxyd . . . . . | 0,4 „ |
| Sauerstoff . . . . . | 0,3 „ |

und verdampften nach den vorliegenden Betriebszusammenstellungen etwa 0,91

bis 1 k Waſſer für 1 k in die Retorten eingebrachter Kohle. Die Gaswaſſer, wie ſie auf der Kohlendeſtillation bei Gelſenkirchen gleich zu ſchwefelſaurem Ammoniak verarbeitet werden, enthalten bei einer mittleren Grädigkeit von 3,5° B. durchſchnittlich 1,65 Proc. Ammoniak.

Der Ofen zur Verkokung von Steinkohlen von L. Semet und E. Solvay in Brüſſel (*D. R.-P. Nr. 18935) enthält zu beiden Seiten der die Gewölbe tragenden Mauern *a* (Fig. 111 bis 116) große Hohlſteine *e* von geringer Wandſtärke, welche, neben einander geſtellt, ſenkrechte (Fig. 111 und 112), auf einander gelegt, wagerechte Züge (Fig. 115 und 116) bilden. Die

Fig. 111.



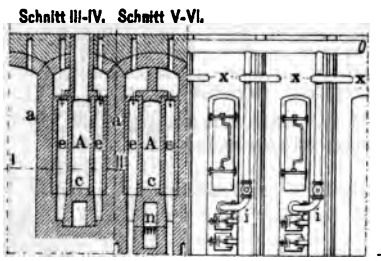




Fig. 112.

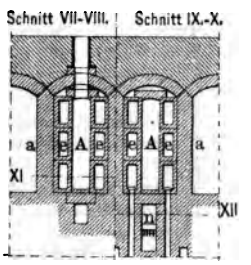
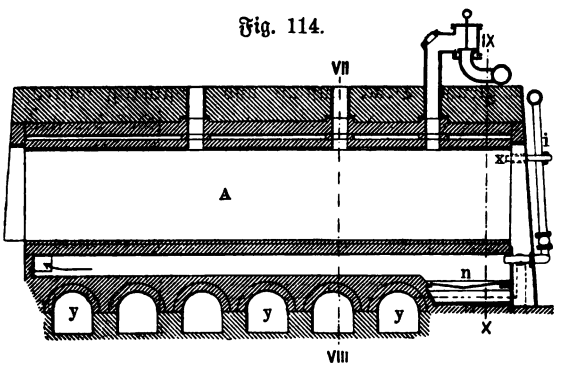



Fig. 113.

Fig. 114.




Flammen ſtreichen von den Roſten *n* aus unter den Böden *c* der ſo gebildeten Kammern *A* hin, theilen ſich am hinteren Ende der Oefen in zwei Ströme, welche die ſeitlich angeordneten Reihen der Hohlſteine durchziehen und ſchließlich beim Schieber *s* zum Schornſteine entweichen. Wenn erforderlich, kann man außerdem durch entſprechende, von den Gasleitungsröhren *i* abgehende Zweigrohre bei *x* Gas eintreten laſſen, ſowie in den Mauern *a* ſenkrechte Canäle

anbringen, welche in den Canälen *y* unter der Ofensohle erwärmte Luft bis an die Gaseinführungsöffnungen bei *x* leiten.

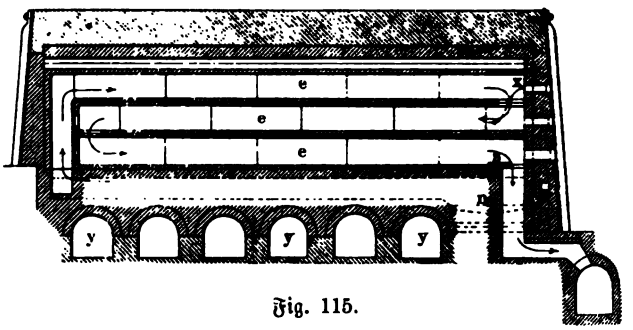
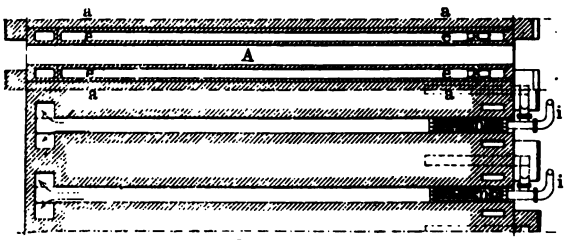



Fig. 115.

Fig. 116.




Schnitt XI-XII.

Vertheilung des Brenngases bei Koksöfen. Um die Koksöfen gleichmäßig zu heizen, genügt es nach L. Semet (D. R.-P. Nr. 52538), an der Gashauptzuleitung *H* (Fig. 117 und 118), die Einrichtung so zu treffen, daß sich darin ein gleicher Druck constant und selbstthätig aufrecht erhält und jedes der nach den Einzelöfen *O* abzweigenden Vertheilungsrohre *V* mit dem gleichen Durchströmungsquerschnitte zu versehen. Zu dem Ende ordnet er in jedem Vertheilungsrohre *V* ein Diaphragma *D* mit Loch *d* an und giebt den Löchern *d* aller vorhandenen Diaphragmen *D* die gleiche Weite. Die Löcher *d* können mittelst Regulirventile *v* um gleiche Beträge bezüglich ihrer Weite verändert

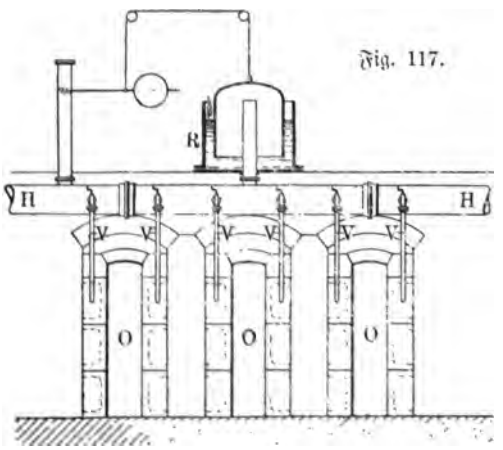
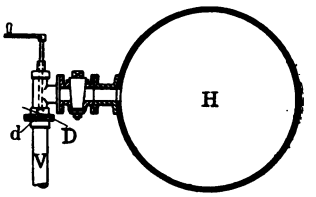



Fig. 117.

werden. Zur Aufrechterhaltung eines gleichmäßigen Druckes in der Hauptleitung *H* versieht er diese mit einem Druckregler *R* bekannter Construction, welcher gestattet, den nöthigen Druck in der Hauptleitung herzustellen und dann diesen Druck selbstthätig aufrecht erhält.

Fig. 118.




Demanet[1]) hat Versuche mit Koksöfen von Semet ausgeführt. 163 t gewaschener Kohlen mit durchschnittlich 11 Proc. Wasser, somit 145 t trockene Kohlen lieferten 115,34 t Stückkoks, 0,98 t Kleinkoks und 1,58 t Abfall, oder berechnet auf Trockensubstanz zusammen 114,5 t, somit 79 Proc. Ferner wurden erhalten 2719 k Theer, d. h. 18,7 k auf 1 t Kohle und 165 hl Ammoniakwasser. Für je 1 t Kohlen berechnet sich der Werth des erhaltenen Theers auf 0,60 Mk., der des Ammoniakwassers auf 1,10 Mk. Versuche zu Creusot mit Semet'schen Oefen und unter Anwendung folgender Gemische:

| | I. | II. |
|---|---|---|
| Fettkohlen | 62 | 60 |
| Halbfette Kohlen | 19 | 20 |
| Anthracit | 19 | 20 |
| | 100 | 100 |
| deren Immediatanalyse: | | |
| Wasser | 9,65 Proc. | 9,75 Proc. |
| Flüchtige Stoffe | 20,35 „ | 20,08 „ |
| Asche | 11,00 „ | 10,66 „ |
| ergaben für je 1 t trockener Kohle: | | |
| Koks, trocken | 80,07 Proc. | 79,51 Proc. |
| Ammoniakwasser von 10° B. | 4,08 hl | 3,00 hl |
| Theer | 26,9 k | 15,8 k |

F. Lürmann[2]) lobt die Semet-Solvay-Oefen; sie sollen sich in Laar bei Ruhrort bestens bewähren. Von anderen Seiten[3]) wird bestritten, daß sie den Otto-Hoffmann-Oefen (S. 120) irgendwie vorzuziehen wären. In

| | Koks von Bearparkgrube, hergestellt in | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Simon-Carvès- | | | Bienenkorböfen: | | |
| | Original-koks | Geglühter Koks | Glüh-verlust | Original-koks | Geglühter Koks | Glüh-verlust |
| Kohlenstoff | 86,36 | 84,75 | 1,61 | 87,60 | 86,58 | 1,02 |
| Wasserstoff | 0,51 | 0,17 | 0,34 | 0,25 | 0,10 | 0,15 |
| Sauer- u. Stickstoff | 1,77 | 0,89 | 0,88 | 1,20 | 0,55 | 0,65 |
| Schwefel | 1,07 | 1,02 | 0,05 | 1,05 | 0,98 | 0,07 |
| Asche | 7,94 | 7,94 | — | 8,52 | 8,43 | — |
| Wasser | 2,35 | — | 2,35 | 1,38 | — | 1,38 |
| | 100,00 | 94,77 | 5,23 | 100,00 | 96,64 | 3,27 |

[1]) Rev. univ. des mines 13, 593; Fischer's Jahresber. 1890, 23. — [2]) Stahl u. Eisen 1892, 186, 831 und 878; 1895, 1070; Fischer's Jahresber. 1892, 15. — [3]) Stahl u. Eisen 1892, 913, 1057.

Frankreich hat die Co. Drocourt 60 Semet-Solvay'sche Oefen im triebe, während im Departement du Nord ausschließlich Coppé'sche O verwendet werden. In England sind außer Bienenkorböfen bei Durham a Carvé-Oefen im Betriebe, welche 10 Proc. Kalkausbeute mehr liefern jene, ferner Benzol und Ammoniak. Bell[1]) gab vorstehende Vergleic analysen (s. Tabelle auf voriger Seite).

In Syracus, N. Y., ist seit einiger Zeit eine Batterie von 12 Sem Solvay-Oefen in Betrieb, deren Ergebnisse sich (1896) im Vergleiche den bei den alten Bienenkorböfen erlangten, wie folgt stellen:

| | Semet-Solvay-Oefen | Bienenkorb-öfen |
|---|---|---|
| Zahl der Oefen . . . . . | 12 | 12 |
| Verkokungsdauer (Durchschn. einer Woche) | 20 Std. | 51,5 Std. |
| Zahl der während 24 Stunden entleerten Oefen . . . . . | 14,4 | 5,5 |
| In 24 Stunden verbrauchte Kohle . . . | 71 668 k | 27 760 k |
| **Menge der Erzeugnisse (in 24 Stunden):** | | |
| Koks . . . . . | 57 969 k | 17 327 k |
| Schwefelsaures Ammon . . . . . | 772 „ | — |
| Theer . . . . . | 2651 „ | — |
| **Ausbringen an** | | |
| Koks . . . . . | 80,7 Proc. | 62,3 Proc. |
| Schwefelsaures Ammon . . . . . | 1,075 „ | — |
| Theer . . . . . | 3,69 „ | — |
| **Werth der Erzeugnisse (in 24 Stunden):** | | |
| Koks . . . . . | 402,70 Mk. | 120,08 Mk. |
| Schwefelsaures Ammon . . . . . | 214,58 „ | — |
| Theer . . . . . | 122,72 „ | — |
| Gesammtwerth der in 24 Stunden erzeugten Producte . . . . . | 740,00 Mk. | 120,08 Mk. |
| Werth der Producte eines Ofens in einem Tage . . . . . | 61,65 „ | 10,00 „ |
| Werth der Producte aus 100 k Kohle . . | 10,52 „ | 4,19 „ |
| Kosten eines Ofens . . . . . | 6300 „ | 1260 „ |
| Dauer der Oefen . . . . . | 10 Jahre | 5 Jahre |
| Menge des mit einem Ofen erzeugten Koks (in Tonnen) . . . . . | 17 638 | 2957 |

J. D. Pennock[2]) berichtet über die Verkokung von 12 Kohlensorten Semet-Solvay-Oefen. Die erhaltenen Koks enthielten fast denselben centrischen Schwefelgehalt, wie die verwendeten Kohlen. Von dem Stick wurden 11 bis 21 Proc. im Destillate gefunden und wenn vorher 2 % Kalk zugesetzt waren, 17 bis 30 Proc.

Kohlen von minder guter Beschaffenheit, besonders etwas zu

[1]) Stahl u. Eisen 1885. 300. — [2]) Journ. f. Gas- u. Wasserbeleuchtung 1893. Fischer's Jahresber. 1893. 19. — [3]) Verbreitung der Oefen Fischer's Jahresber. 1896. 11.

hlen oder Kokskohlen, gemischt mit Magerkohle oder Anthracit, geben noch uchbaren Koks, wenn sie fest gedrückt bezw. eingestampft werden.

Dementsprechend läßt C. Sachse (D. R.-P. Nr. 22111, 22876, 30021 d 32200) wagerechte Koksöfen oben ganz oder theilweise offen, um die einfüllten Kohlen feststampfen zu können. F. W. Lürmann (D. R.-P. r. 18693, 29557, 31660) beschreibt verschiedene Vorrichtungen, um die ohlen von den beiden Ofenthüren aus zusammenzupressen. — Entsprechende nordnungen wurden ferner angegeben von J. Quaglió (D. R.-P. Nr. 39512, 2081 [1]), Hauck (D. R.-P. Nr. 66855), W. Leicht (D. R.-P. Nr. 70168), R. Klein (D. R.-P. Nr. 99492 u. 106019), Kuhn & Co. (D. R.-P. r. 99565), Röchling (D. R.-P. Nr. 96018 u. 99541), Otto & Co. D. R.-P. Nr. 97895), Brink & Hübner (D. R.-P. Nr. 95868), . Hoffmann (D. R.-P. Nr. 100415), Sächsische Maschinenfabrik D. R.-P. Nr. 36097 u. 103923) und Société d'Albi (D. R.-P. r. 105733). — F. Brunck (D. R.-P. Nr. 51518) will in die eingefüllten hlen seitlich röhrenförmige Hohlräume einpressen. Nach H. Borgs . R.-P. Nr. 65134) wird im Koksofen zur Belastung der zu entgasenden hlen ein Gewicht eingelegt, welches mit seiner ganzen Schwere die Kohlen hrend des Entgasens preßt [2]). Letzteres Verfahren ist wohl das wirksamste.

Auch an den Thüren der Koksöfen sind verschiedene Veränderungen Verbesserungen vorgenommen. Nebenbei mögen die Vorrichtungen zum ffnen und Schließen der Koksofenthüren nach Gebr. Röchling (D. R.-P. . 35407) und Otto & Co. (D. R.-P. Nr. 98545) erwähnt werden. ichtiger ist die Einrichtung von Otto & Co. (D. R.-P. Nr. 86145), nach lcher, um eine vollständige Garung der Kohlenfüllung bei Koks auch an den ürseiten zu erzielen, auch die Koksofenthüren beheizt werden. Demzufolge halten dieselben einen von feuerfestem Material umgebenen Hohlraum, welchem rch einen Brenner Gas zugeführt wird und aus dem die Abhitze beliebig entweichen kann.

Die Doppelthür von H. Borgs (D. R.-P. Nr. 67299) soll verhüten, aß die Köpfe der Kokskuchen nach dem Verkokungsproceß nicht abgegart sind, . h. zu verhüten, daß die Abkühlung der Thüren durch die atmosphärische Luft rhindert, die an die Thür anliegende Kohle auf die für die Verkokung nöthige emperatur zu bringen. — F. Wolff (D. R.-P. Nr. 100774) empfiehlt eine fenthür, welche bei der Garung des Kokskuchens eine größere Menge Wärme ufnimmt und in sich aufspeichert, um dieselbe an die Kopfpartie der nächstlgenden Ofenfüllung abzugeben und hierdnrch ein Ungarbleiben des Kokskuchenpfes zu verhüten. Beide Vorschläge sind jedenfalls viel weniger sicher, als r von Otto & Co. [3]).

Liegender Koksofen von F. J. Collin (D. R.-P. Nr. 76634, 820) bezweckt einen sehr heißen Ofengang und ist besonders für die Verkung gasarmer und schlecht backender Kohle, sowie für die Gewinnung von ebenproducten bei der Verkokung von guten Fettkohlen bestimmt. Um jede

[1]) Fischer's Jahresber. 1892, 10. — [2]) Fischer's Jahresber. 1893, 18. — [3]) Zeitschr. f. angew. Chem. 1896, 266.

Abkühlung von oben her zu verhüten, sind in der Ofendecke über dem Gewölbe mehrere Vorkammern angeordnet, in welche die Gase durch im Scheitel der Ofengewölbe ausgesparte senkrechte Züge gelangen, um von hier aus durch seitliche Schlitze in einen über der Ofenwand befindlichen zweitheiligen Gascanal zu treten, durch welchen die Gase nach beiden Enden der Seitenwände strömen, ehe sie in die Scheidewände geführt werden. Die Beheizung dieser Wände geschieht durch schlangenförmig gestaltete Züge, welche von den Gasen durchzogen werden und in der Ofenmitte enden [1]).

Nach Angabe desselben (D. R.-P. Nr. 93937) sind besondere Längs- und Querzüge *a* (Fig. 119 bis 121) der Ofenwände angeordnet und zwischen diesen kleinere, unmittelbar nach der Wandmitte gehende Gaszuführungs-

Fig. 119.

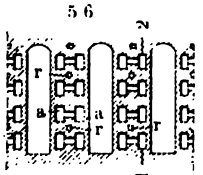



Fig. 120.

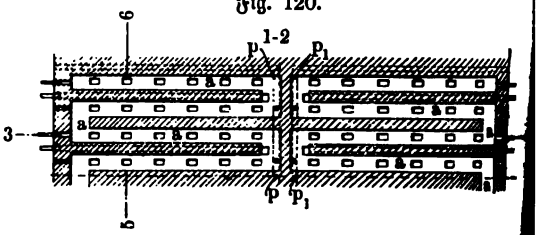
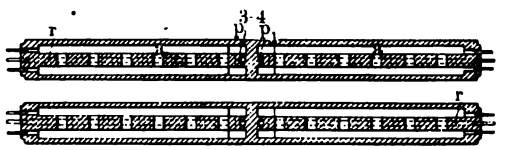


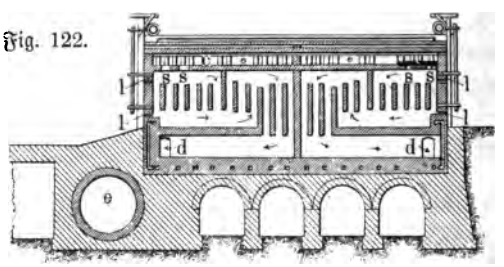

Fig. 121.




röhren *r*, durch welche das Gas so eingelassen wird, daß es erst in den Wandcanälen zur vollständigen Verbrennung gelangt. Die Luft wird für beide Seiten getrennt eingeführt, und zwar durch Luftpfeifen *p* und $p_1$, die an derselben Stelle einmünden, an welcher die vorerwähnte Gaszufuhr in die Wandcanäle stattfindet. Etwa entstehende Rußansätze in den Röhren *r* werden durch Absperrung des Gaszuflusses und durch Zulassung von atmosphärischer Luft in kurzer Zeit entfernt.

Nach weiteren Angaben [2]) treten die Gase, wenn die Nebenproducte nicht gewonnen werden sollen, aus dem Verkokungsraume *a* (Fig. 122 und 123) durch eine Anzahl Canäle *b* in einen Längscanal *c* über dem Gewölbe des Verkokungsraumes *a* und von da in die seitlichen Längscanäle. Der Canal *c* ist durch eine Mittelwand in

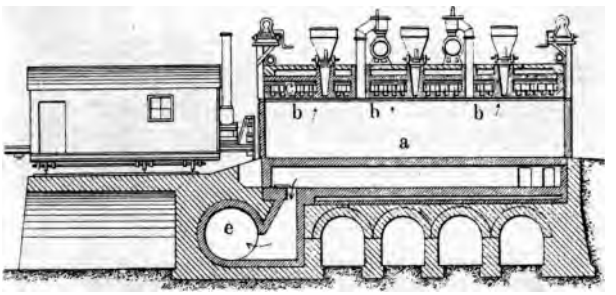
Fig. 122.




[1]) Fischer's Jahresber. 1894, 17. — [2]) Iron and Coal Trad. 1898; Oesterr. Bergh.-Ztg. 1898, 552.

ɔälften getheilt, und jede dieſer Hälften beſitzt gegen außen hin zwei öffnungen, durch welche die Gaſe in die Canaliſation der Zwiſchen- eintreten können. Dieſe Oeffnungen *s* ſind durch Schieber aus feuer-

Fig. 123.




Materiale verſchließbar. Dieſe Oeffnungen ſind linksſeitig frei und ı von den Gaſen durchzogen werden. Unter den Schiebern kann bei *l* mte Luft eintreten, womit die Gaſe zur Verbrennung gelangen werden. Weg der verbrannten Gaſe iſt in Fig. 122 durch Pfeile angedeutet; ɛhen gegen die Ofenmitte und theilen auf ihrem Wege eine große ıemenge den Seitenwänden des Verkokungsraumes mit. In der fallen ſie in einen tiefer liegenden Canal ab, welcher ſich unter der hten Canaliſirung der Zwiſchenwände befindet; die Gaſe nehmen durch ɔwähnten Canal ihren Weg zu dem Außengemäuer des Ofens hin und durch Seitencanäle *d* (Fig. 122) in einen Längscanal, in welchem die der beiden Ofenhälften zuſammentreffen, von wo aus die ganze Gas- durch zwei Oeffnungen in den Brenncanal unter dem Verkokungsraume t und von da in den Eſſencanal *e*, der ſie zu den Keſſeln oder dem ne hinleitet. Fig. 123 zeigt die Leitungen und Ventile, durch welche die von den Oefen zur Condenſationsanlage geführt werden. Dieſe Ver- ɟsöfen ſind derart eingerichtet, daß immer zwei zuſammen arbeiten.

Bei der Conſtruction nach Fig. 124 und 125 ſind die Gas- : aus dem Verkokungs- : in der Decke vertical an- ıet; die friſch eingefüllte kann niemals in dieſe Ab- hineinfallen, daher iſt es ɦ, den ganzen Querſchnitt )fens auszunutzen, ihn bis Decke anzufüllen. Die nelcanäle $d, d_1$ ſind ſehr ɛilhaft angeordnet. Da ſie ar Außenmauer des Ofens ɛt werden, kann man die ıenge, welche zum Heizen

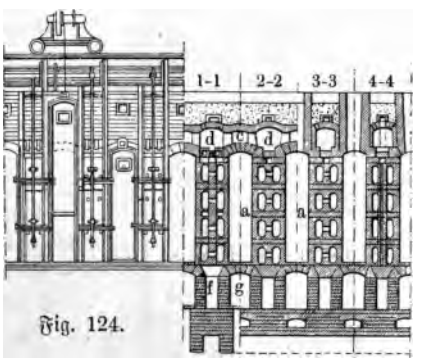
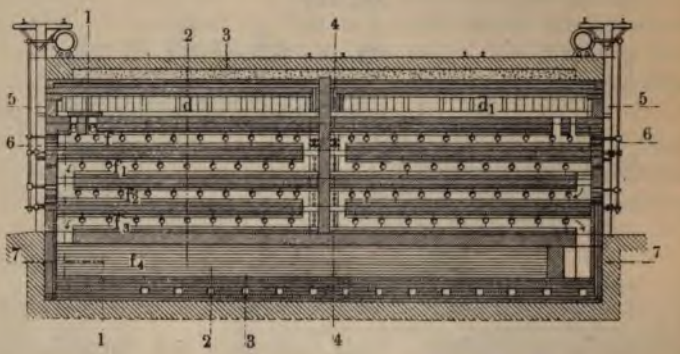



Fig. 124.

der Oefen nöthig ist, von außen durch Schieber vor dem Eintritt der Gase in die Zwischenwandcirculation reguliren.

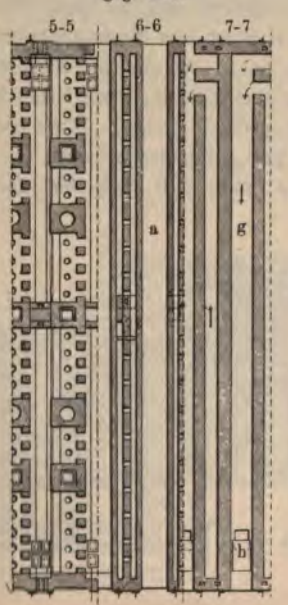
Fig. 125.




Sollen die Nebenproducte gewonnen werden, dann werden die genannten Schieber derart gestellt, daß die Verbindung des Canales *c* mit der Zwischenwandcirculation abgeschlossen ist. Die Ventile der Leitungen zur Condensationsanlage sind in diesem Falle geöffnet und die Gase machen ihren Weg durch diese zu den Condensatoren. Dort werden sie von Theer und $HN_3$ befreit.

Den Grundriß einer Gesammtanlage zeigt Fig. 128. Die gereinigten Gase gelangen unter Druck zu den Oefen zurück und treten unmittelbar unter den früher erwähnten Schiebern in die Zwischenwandcanalisation der Oefen ein.

Fig. 126.




Unter Zutritt von atmosphärischer, vorgewärmter Luft verbrennen die rückströmenden Gase in den Ofencanälen, oder auch mit kalter Luft und legen dann den Weg durch die Ofencanalisation zurück, die einzelnen Ofentheile erwärmend und die Verkokung der Kohle dadurch veranlassend. Die Verbrennungsgase gelangen in den Hauptcanal *e*, von wo sie zu den Kesseln oder zum Kamine geführt werden.

Koksöfen mit 24 Stunden Brenndauer liefern bei 48 cm Breite des Verkokungsraumes in 24 Stunden 3 t Koks, solche mit 48 Stunden Brenndauer bei 58 cm Breite 2,5 t.

Der Koks bei 48 Stunden Brenndauer wird langstängeliger. Deshalb giebt man allgemein den Oefen mit größerer Brenndauer den Vorzug.

Sollen bei der Construction Fig. 124 bis 127 die Nebenproducte nicht gewonnen werden, so treten die Gase aus dem Verkokungs-

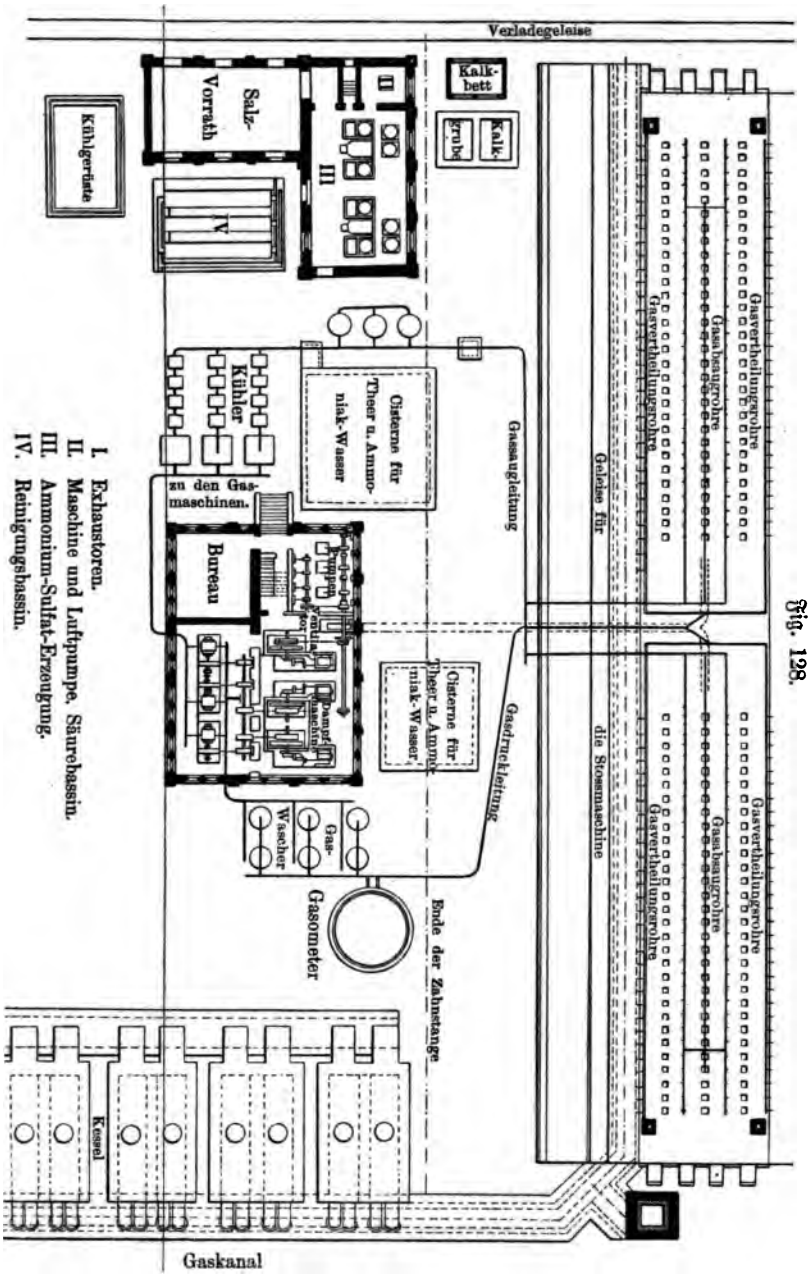
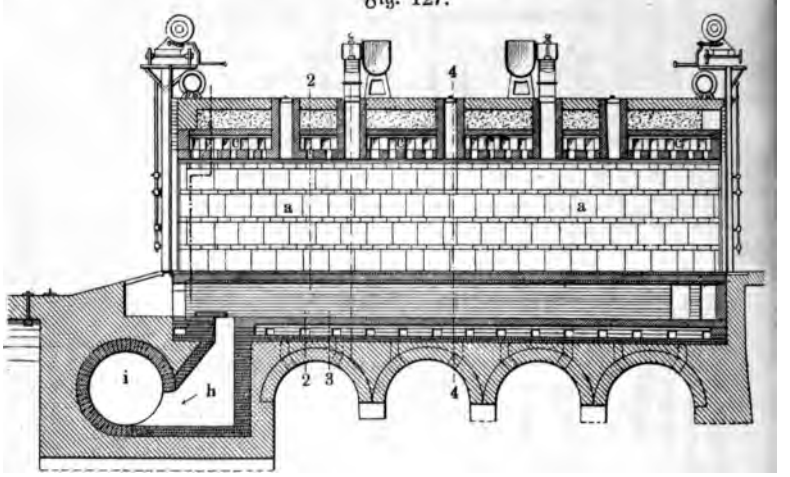



Fig. 128.

I. Exhaustoren.
II. Maschine und Luftpumpe. Säurebassin.
III. Ammonium-Sulfat-Erzeugung.
IV. Reinigungsbassin.

raume *a* durch Schlitze in der Decke in einen Scheitelcanal *c*, von wo sie durch eine größere Anzahl von Oeffnungen in den Leitungscanal *d* geführt werden. Dort findet eine Theilung in zwei gleiche Stränge statt, welche durch die abschließbaren Verbindungscanäle *e* mit den Längscanälen der Zwischenmauern $f, f_1, f_2, f_3, f_4$ verbunden sind, von wo endlich die Gase in den Bodencanal *g*

Fig. 127.




treten. Den Zug *h* durchstreichend, gelangen die Verbrennungsproducte in den Essencanal und schließlich in die Esse. Auf dem Wege dahin findet noch eine Ausnutzung zur Dampferzeugung oder für andere Zwecke statt.

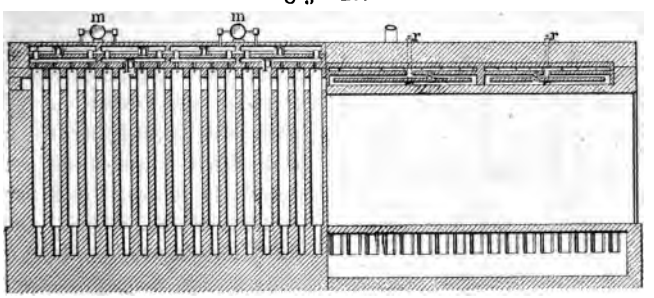
Wenn die Gewinnung der Nebenproducte berücksichtigt werden soll (vergl. Gesammtübersicht Fig. 128), werden die Canäle *e* geschlossen. Die aus dem Koksofen austretenden Gase, von Exhaustoren abgesaugt, strömen durch die Condensationsapparate, und nachdem Theer, Ammoniak, Benzol, Cyanverbindungen abgeschieden sind, wieder durch eine Rohrleitung zur Batterie und durch eine Reihe von Pfeifen in die Canalisirung der Zwischenwände $f, f_1, f_2, f_4, f_6$. Durch diese Pfeifen werden die Gase in der Zwischenwandcanalisirung gut vertheilt. Eine besondere Einrichtung ist dazu vorhanden, bestimmte Gasmengen dort in das Ofengemäuer eintreten zu lassen, wo eine regelmäßige Erwärmung nöthig ist. Außerdem ist auch dafür gesorgt, daß das Gas möglichst gut mit der Verbrennungsluft gemischt werde, damit es eine gute Ausnutzung erfahre, was eine rasche Verkokung der Kohle zur Folge hat. Diese Einrichtungen sind gemacht, um einen guten, festen Koks zu erzeugen. Vortheile sind dadurch zu erzielen, daß man die Luft in den nöthigen Mengen bei der Verbrennung in die Canäle zutreten lassen kann, so daß man die Wärme jederzeit zu steigern vermag, wodurch man den Verkokungsproceß besser zu leiten im Stande ist. Die Gaseinlässe werden aus kleinen Rohren hergestellt, welche in die Zwischenwandcanalisirung durch das feuerfeste Material geführt sind und in der Mitte der Canäle $f_1 f_3$ ausmünden. Die Luft kann mit einer kleinen Gasbeimischung,

ɔ die Oeffnungen *x*, beziehungsweise die damit in Verbindung stehenden
äle eintreten, welche oberhalb der Zwischenwandcanalisirung in dem Mauer-
e liegen. Die Oefen haben sich in zahlreichen Anlagen in Westfalen
ɔenkirchen, Essen u. s. w.), Schlesien, Belgien, Frankreich und Rußland
ihrt.

**Koksofen mit Gewinnung der Nebenproducte.** Nach
ɔerberz (D. R.-P. Nr. 15086) muß zur Gewinnung von viel Theer die
ıtemperatur niedrig gehalten werden, zur Erzielung fester Koks ist aber
Temperatur erforderlich. Er construirte daher einen Ofen, welcher nur
unten geheizt wurde, mit Luftvorwärmung.

In seinem Patente Nr. 25526 hat er aber lothrechte Heizcanäle. Nach
Zusatzpatente Nr. 27506 werden die lothrechten Züge über das Gewölbe
Koksofens hinaus verlängert und die Seitenwände dieser Verlängerungen
:anälen ausgebildet, in denen Luft und Gase erhitzt werden. Dadurch soll
:ich eine gewisse Abkühlung und damit erhöhte Dauerhaftigkeit dieser Canal-

Fig. 129.




ingerungen erzielt werden. Die Gase
ɔen aus den Rohrleitungen *m* (Fig. 129
131) in die kleinen Röhren *n* und aus
ɪn mittelst des gemauerten Canales *p* in
einzelnen senkrechten Züge geleitet. Die
ɔsphärische Luft strömt durch die Röhren *r*
ie Heizcanäle *s*, zunächst in den unteren,
ı in den mittleren, endlich in den oberen
aus letzterem in die einzelnen lothrechten
ɹe, um hier die Verbrennung der aus den
ıälen *p* austretenden Gase zu bewirken.

Fig. 130.

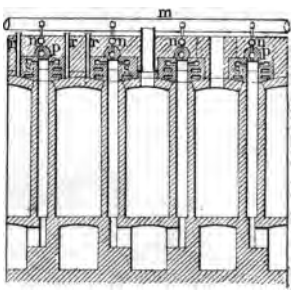
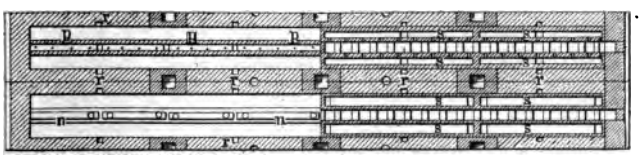


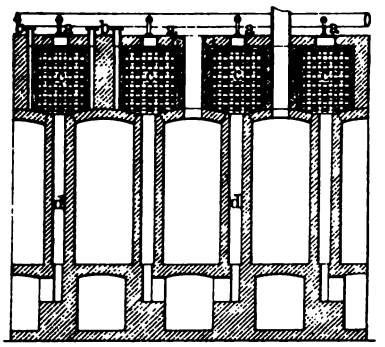

Fig. 131.



Wenn die Luft unter Druck eingeleitet werden soll, werden die Röhren *r* mit einer (in den Figuren fehlenden) Rohrleitung, welche die Luft von dem Gebläse zuführt, in Verbindung gesetzt und an den Röhren *r* Regulirvorrichtungen für die Zuströmung der Luft zu den einzelnen Gruppen der Heizcanäle *s* angebracht. Soll die Luft nur durch den Zug des Kamins angesaugt werden, so fällt die genannte Rohrleitung weg und die Regulirvorrichtungen werden direct auf die Röhren *r* gesetzt.

Derselbe schaltet nach D. R.-P. Nr. 31906 bei Koksöfen mit Gewinnung von Theer und Ammoniak zwischen den senkrechten Zügen *d* (Fig. 132) und der Gas- bezw. Luftzuführung *a* und *b* ein Gitterwerk *c* aus feuerfesten Steinen ein, durch welches die Gase zugeführt werden, während gleichzeitig von

Fig. 132.



außen atmosphärische Luft eintritt. Luft und Gase erwärmen sich an den heißen Steinen des Gitterwerkes, vermengen sich in demselben und entwickeln durch ihre Verbrennung beim Eintritte in die senkrechten Züge die zur Heizung derselben nöthige Hitze. Das Gitterwerk ist im vorliegenden Falle nicht, wie bei den Siemens'schen Apparaten, zur abwechselnden Durchleitung von Verbrennungsproducten und vorzuwärmender Luft und Gasen, auch nicht zur Uebertragung von außen zugeführter Wärme an die Gase oder an die Luft benutzt, sondern dasselbe findet eine für Koksöfen neue Anwendung, indem gleichzeitig an verschiedenen Stellen Luft und Gase in dasselbe eintreten, welche sich an den Steinen erwärmen, beim weiteren Durchströmen sich mit einander vermengen und beim Eintritte in die Züge zur vollkommenen Verbrennung gelangen.

Fig. 133.

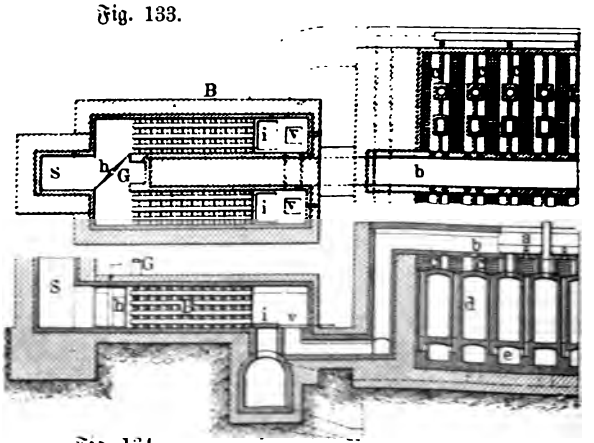



Fig. 134.

Nach dem Zusatzpatente Nr. 34286 ist es unter Umständen vortheilhaft, den Koksöfen mit Gewinnung von Theer und Ammoniak die Luft, welche as über den senkrechten Canälen *d* (Fig. 133 bis 135) befindliche Gitter- k *c* geführt wird, vorzuwärmen. Bei Verwendung eines einräumigen rderhitzers *B* wird das Heizgas h Leitung *a* zum Gitterwerk, h *g* zu den Sohlcanälen *e* und h Rohr *G* zu dem Lufterhitzer hrt. Die Verbrennungsgase n je nach Stellung der Schieber nd der Wechselklappe *h* durch eine Hälfte des Lufterhitzers Schornsteine *S*, während

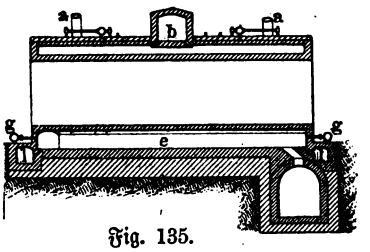


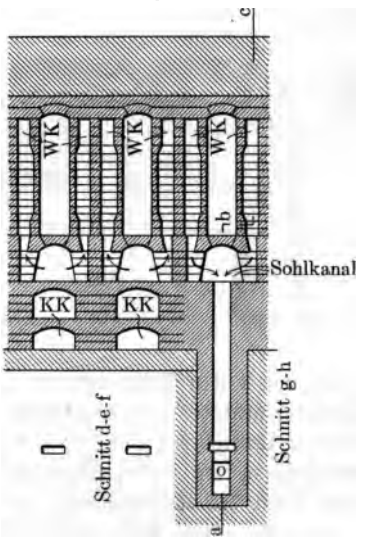
Fig. 135.

in der anderen Hälfte erhitzte Luft durch Oeffnung *v* in die Canäle *b* und *l* ngt.

Für liegende Koksöfen mit Gewinnung der Nebenproducte beschreibt Fritsch (D. R.-P. Nr. 52134) eine Einrichtung zur Regelung der Zu- ung vorgewärmter Verbrennungsluft. — Auf den Koksofen von Magirius R.-P. Nr. 78927) mit Gewinnung von Nebenproducten sei verwiesen [1]).

Liegender Koksofen mit lothrechten Heizcanälen von F. Brunck R.-P. Nr. 73504). Zur besseren Wandheizung ist der obere wagerechte bindungscanal, der bisher bei diesen en über der Decke der Ofenkammer befand, unterhalb dieser Decke an- dnet. Fig. 136 zeigt diese Anord- g beispielsweise für Oefen, bei n die Wandheizcanäle im Mauer- ande ausgespart sind und die Heizung beiden Stirnseiten aus durch je Sohlen- und je zwei Wandflammen rkt wird. Durch die veränderte rdnung des oberen Verbindungs- les soll der Wärmeverlust durch strahlung, der durch die vollständig lose, sehr starke Heizung des Mauer- es über der Ofendecke entstand, ntlich vermindert werden. Die über- ige Heizung der Ofendecke wird ieden und somit einerseits dem luste der Wärme vorgebeugt, welche den Gasen aufgenommen wird, die n Raum erfüllen, und andererseits dem Verluste an Nebenproducten und Heizkraft des Gases, der durch die schädliche Erhitzung des Gases entsteht.

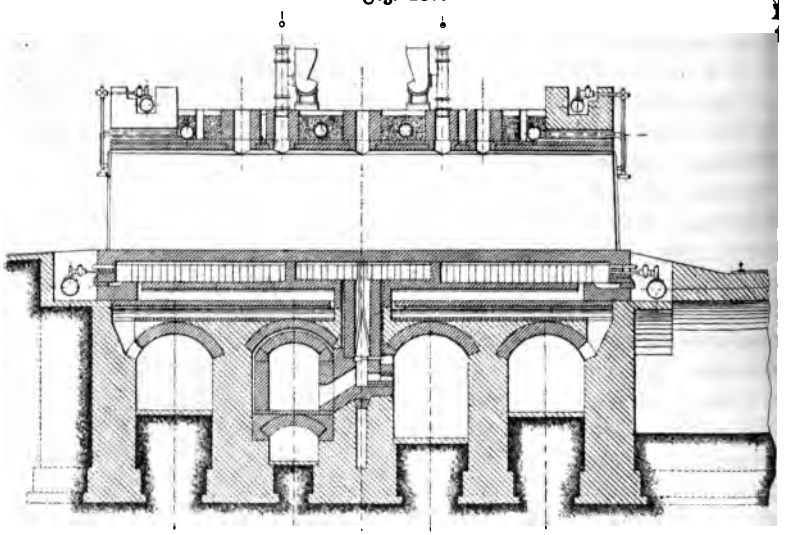
Fig. 136.




[1]) Zeitschr. f. angew. Chem. 1895, 57.

Nach ferneren Mittheilungen desselben[1]) befinden sich in jeder Ofen-zwischenwand zwei Reihen senkrechter Heizcanäle; die Zwischenwände erhalten bei dieser Construction eine so stabile Form, daß die entlasteten Kammerwände ohne Rücksicht auf Stabilität ganz dem Heizungsbedürfnisse entsprechend construirt, die Wandstärken also auf ein Minimum reducirt werden können und daß ferner die Ofenkammern, im Vergleiche zu anderen Ofensystemen, ohne Gefahr höher und demgemäß, behufs Abkürzung der Garungszeit, bei gleicher Füllung wesentlich enger angenommen werden können. Der Steinschnitt in Ofengewölbe und in den Zwischenwänden ist so angeordnet, daß sowohl die ganzen Kammerwände mit den hineinragenden Kopfsteinen, als auch die Sohlengewölbe ausgewechselt werden können, ohne die Deckengewölbe und das Mittelstück der Zwischenwand, worauf die Deckenlast ruht, irgendwie in Mitleidenschaft zu ziehen. Außerhalb der Ofenkammer kommen im Ofenmauerwerk keine dünnen Wände vor, und keinerlei Aussparungen für Canäle u. dergl., die so leicht Undichtigkeiten und Störungen verursachen (Fig. 137). Die Heizung

Fig. 137.



erfolgt von beiden Stirnseiten der Oefen durch je eine Sohlen- und je zwei Wandflammen; es wird dadurch die erzeugte Wärme vortheilhaft vertheilt, die schädliche Ueberhitzung einzelner Ofentheile vermieden, und besonders eine intensive Heizung der oberen Wandpartie erzielt. Letzteres ist wichtig, weil der obere Theil der Kohlenfüllung nur von zwei Seiten her Wärme empfängt, während der untere Theil von drei Seiten aus geheizt wird, nämlich von den beiden Wänden und von der Sohle. Die Sohlcanäle sind durch zwei Quermauern in drei Theile zerlegt. Die Luft, in den Fundamentgewölben un

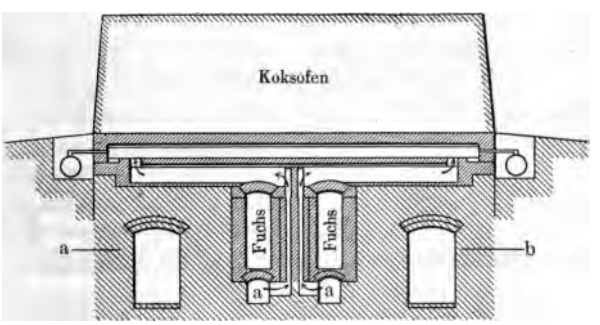
[1]) Stahl und Eisen 1894, 677; Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1895, 79 Glückauf 1894, 1201.

hlcanälen genügend vorgewärmt, strömt in die äußersten Abtheilungen des hlcanales ein, mischt sich mit dem Heizgase der Sohlenflammen, strömt mit em durch die anschließenden Wandzüge, gleichmäßig auf beide Wände ver- lt, in die Höhe und vereinigt sich dort mit den Heizgasen der beiden Wand- umen. Von da gelangen die Heizgase durch die verhältnißmäßig großen, gerechten Verbindungscanäle von beiden Seiten her nach der mittleren Ab- ilung, strömen durch die Wandzüge abwärts in die mittlere Abtheilung des hlcanales und von da auf kürzestem Wege in den Sammelcanal, der sie h den Dampfkesseln bezw. nach dem Kamine abführt. Von Wichtigkeit ist :bei einerseits, daß die Heizgase im Ofen nur sehr kurze Wege in weiten umen zurücklegen, also nur äußerst geringe Bewegungswiderstände zu über- ıden haben, dann, daß bei den wechselnden Canalquerschnitten Luft und Gas : gut sich mischen und endlich, daß die abziehenden Gase mit der vollen nperatur des Sohlcanales direct nach den Kesseln geführt werden.

Nach Bruncke's Angaben bewirkt die günstige Wärmevertheilung und nders die starke Wandheizung, daß die Kokserzeugung sehr günstig sich ge- tet, indem bei einer Ofenfüllung von 72 hk Kohlen mit rund 14 Proc. sser, also von 62,5 hk trockenen Kohlen (d. i. bei der normalen Füllung es Otto-Hoffmann-Ofens mit 44 bis 48 Stunden Garungszeit), die rungszeit einschließlich des Zeitverlustes beim Ziehen und Füllen der Oefen : 33 bis 36 Stunden beträgt. Dabei ist hervorzuheben, daß diese Ergeb- se in einer selbständig, d. h. mit eigener Condensationsanlage betriebenen tterie von nur sechs Oefen erreicht werden, wo es schwer ist, eine gleich- ßige Gaserzeugung bezw. Heizung zu erzielen, weil die Störung bei einem elnen Ofen sofort auf $^1/_6$ vom Ganzen sich erstreckt.

Die Koksausbeute aus der angegebenen Ofenfüllung mit 62,5 hk trockener le beträgt 50 hk für den Ofen. Bei einer größeren Ofenzahl und bei gut bereiteter Kohle übersteigt die mittlere Garungszeit bei solcher Ofenfüllung r nicht $34^1/_2$ Stunden; die Kokserzeugung eines Ofens würde sich also bei Betriebstagen auf $250 \times 5{,}00 = 1250$ t Koks jährlich stellen.

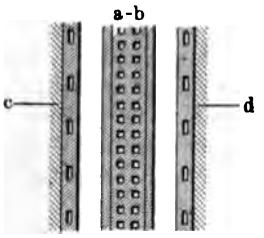
Fig. 138.




Um nach ferneren Angaben von F. Brunck (D. R.-P. Nr. 89775) bei nden Koksöfen eine intensive Luftvorwärmung zu erreichen, werden zur

Abführung der Abhitze zwei Füchse neben einander angeordnet. Die dazwischen liegende Trennungswand ist in ihrem Inneren gitterartig durchbrochen; das so gebildete Steingitter, durch welches behufs Vorwärmung frische Verbrennungsluft strömt, wird von beiden Seiten durch die Abgase der Füchse ununterbrochen erhitzt. Die Frischluft tritt in die Kühlcanäle *a* (Fig. 138 und 139) aus den Füchsen ein, streicht durch das heiße Gitterwerk nach oben und erfährt eine weitere Temperaturerhöhung auf ihrem Wege über das Deckengewölbe der Füchse durch deren Wärmeausstrahlung nach oben. Hierdurch wird eine Ueberhitzung des feuerfesten Mauerwerkes vermieden und die Leistungsfähigkeit des Ofens in Bezug auf raschere Garung der Kohlenfüllung beträchtlich erhöht.

Fig. 139.




F. Brunck (D. R.-P. Nr. 104864) schlägt vor, die kalte Verbrennungsluft nach dem Gegenstromprincip zur Abkühlung des heißen Destillationsgases zu benutzen und sie dadurch vorzuwärmen.

Da nach O. Ruppert in Gelsenkirchen (D. R.-P. Nr. 24404 und 26307) in den lothrechten Canälen der Coppée'schen Oefen in Folge des sehr großen Querschnittes derselben und der ungleichen Entfernungen der Canalmündungen vom Gasabzugscanale eine ziemlich ungleichmäßige Vertheilung der Gase stattfindet, so werden die Canäle in zwei bis sechs einzelne, für sich regulirbare Zugsysteme zerlegt und demgemäß auch zwei bis sechs Gasabzugsöffnungen

Fig. 140.

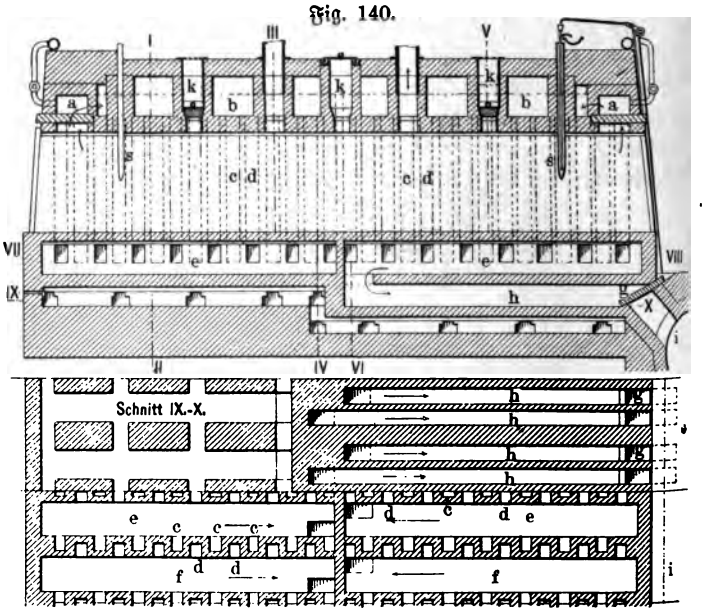
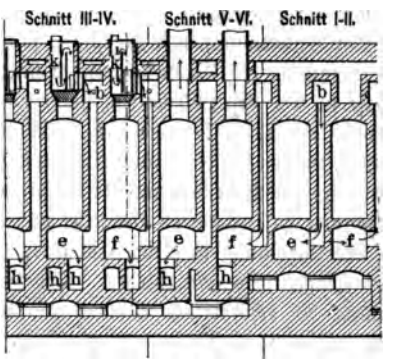



Fig. 141.

(Fig. 140 bis 142) in der Decke der Oefen angeordnet, oder zwei Nachbarsysteme durch eine Abzugsöffnung gespeist, so daß man dann mit einer, zwei oder mehreren Abzugsöffnungen ausreicht und dazu auch die Kohlenfüllöffnungen *k* der Oefen benutzen kann. Von hier vertheilen sich die Gase aus den wagerechten, über den Gewölben der Oefen liegenden Canälen *b* in die einzelnen lothrechten Windcanäle *c* und *d*, nachdem die Gase durch einen in der Füllöffnung *k* angebrachten Luftwärmer oder in der bisher üblichen gewöhnlichen Weise mit Verbrennungsluft gespeist worden sind. In diese Canäle wird bei der Verwerthung der Nebenproducte auch das von diesen gereinigte Gas in beliebiger Weise geleitet. Die Wandcanäle *c* und *d* münden abwechselnd in die neben der Ofenwand liegenden zwei Sohlcanäle *e* und *f* und können dadurch die Gase einen beliebig langen Weg um verschiedene Oefen machen, indem sie, durch verschiedene Wände auf- und absteigend, um und unter entferntere Oefen geführt werden. Jedes System ist nun für sich abgetheilt und hat seinen besonderen, nach dem Hauptgasabzugscanale *i* führenden Fuchs *h*, so daß es hierdurch und durch den in jedem Fuchse *h* liegenden Absperrschieber *g* möglich ist, den Durchgang der Gase in jedem Systeme beliebig zu regeln und den Abzug der Gase aus beliebigen Sohlcanälen zu gestatten. Um bei der Verwerthung der Nebenproducte den an den Thüren befindlichen Theil der Kohlenfüllung besser zu verkoken, schiebt man in dieselbe von oben eine Scheidewand *s* ziemlich tief ein. Dieselbe kann entweder aus feuerfestem Stein, oder besser hohl aus Eisen sein und durch im Inneren kreisendes Wasser ziemlich abgekühlt werden. Die Gase aus dem abgeschlossenen Kopftheile des Ofens werden direct in die Wandcanäle geleitet und verbrannt, während die in dem anderen Theile des Ofens sich entwickelnden Gase abgeführt werden; bei weiter vorgeschrittener Garung der Ofenköpfe kann der Scheider *s* entfernt werden.

Fig. 142.




Der Regenerativ-Koksofen von G. Hoffmann (D. R.-P. Nr. 18795) ist zur Erhitzung der Verbrennungsluft und Wiedererhitzung der von Theer und der befreiten Destillationsgase mit einem Siemens'schen Regenerator verbunden. Den in Rohren sich abscheidenden Theer kann man mit Hülfe eines Schiebers so hoch sich ansammeln lassen, daß die Gase nur unter einem gewissen Drucke aus dem Koksofen austreten können, mithin ein Eintreten von Luft in den Entgasungsraum vermieden wird (vergl. S. 120).

Nach E. Festner und G. Hoffmann (D. R.-P. Nr. 67395) werden die von der Condensation zurückkehrenden Gase wieder zu den Koksöfen zurückgeleitet und hier in verschiedenen Abstufungen und an verschiedenen Stellen unter gleichzeitiger Zuführung erhitzter frischer Verbrennun

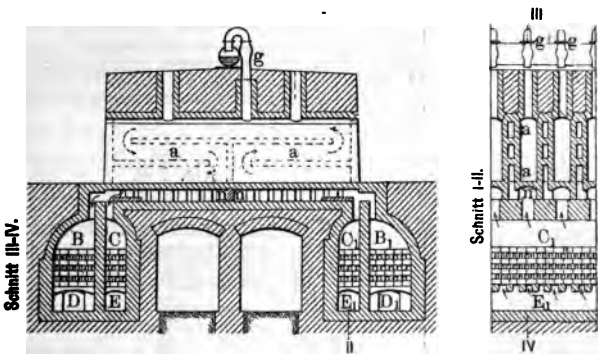
brennungscanäle geleitet. Ein Theil der von der Condenſation kommenden Gaſe wird in die unter den Kokskammern liegenden Verbrennungscanäle unter gleichzeitiger Zuführung friſcher Verbrennungsluft geleitet. Dieſe friſche Verbrennungsluft wird aber vor dem Eintritte in die Verbrennungscanäle bis nahe auf die Entzündungstemperatur der Gaſe dadurch gebracht, daß man ſie durch Friſchluftcanäle, welche etagenförmig über einander angeordnet ſind und deren Boden und Decke von den Canälen für die abziehenden Verbrennungsgaſe gebildet werden, auf einem zickzackförmigen Wege und quer zur Richtung der abziehenden Verbrennungsgaſe ſtreichen läßt. Nachdem das Gasluftgemiſch entzündet und brennend unter den Böden der Kokskammern hindurchgegangen iſt, wird es in eine zweite Reihe ſeitlich darüber liegender Verbrennungscanäle geleitet und ihm hier ein weiterer Theil der von der Condenſation zurückgeleiteten Gaſe, unter gleichzeitiger Hinzufügung vorgewärmter friſcher Verbrennungsluft zugeführt, ſo daß auch in dieſem Canale eine intenſive Verbrennung des Gasluftgemiſches ſtattfindet. Hierauf werden die brennenden Gaſe in eine dritte Reihe von Verbrennungscanälen geleitet und hier wiederum ſowohl ein Theil der von der Condenſation zurückkehrenden Gaſe als auch friſche, vorgewärmte Verbrennungsluft zugeleitet, worauf dann entweder dieſes Verfahren noch in weiteren Verbrennungscanälen fortgeſetzt wird, oder die Verbrennungsgaſe nunmehr abgeleitet und um die friſchen Luftcanäle herum, quer zu der Strömung in dieſen Canälen, in einer größeren oder kleineren Anzahl von Etagen abgeleitet werden. Die ſich vorwärmende Verbrennungsluft entnimmt die erforderliche Wärme alſo nicht dem Verbrennungscanale, ſondern den abziehenden Verbrennungsgaſen, und hat beim Eintritte in den Verbrennungscanal diejenige Temperatur der abziehenden Verbrennungsgaſe bereits angenommen, welche letztere beſitzen, ſobald ſie aus den letzten Verbrennungscanälen austreten [1]). — Es wird ferner (D. R.-P. Nr. 103577) angegeben, daß zur Vermeidung einer zu ſtarken und ungleichmäßigen Wärmeentziehung durch die Luftvorwärmung für die beiden Heizcanalgruppen getrennte, durch den gemeinſamen Abzug der Heizgaſe von einander geſchiedene Gruppen von quer unter je einer Längshälfte ſämmtlicher Kokskammern entlang geführten Luftcanälen vorgeſehen ſind, und die aus letzteren jedem Sohlcanal im Ueberſchuß zugeführte Luft zuſammen mit der zugehörigen Sohlheizflamme durch mehrere, am inneren Ende der Sohlcanäle beiderſeits angeordnete Verticalcanäle derart geſpalten wird, daß bei gleichzeitiger Verhütung einer Ueberhitzung der Kammermitte eine weitere gleichmäßige und ſtarke Erwärmung der überſchüſſigen Luft unmittelbar vor ihrem Zuſammentreffen mit den in die oberen Heizcanäle beiderſeits eingeführten Gasſtrömen herbeigeführt wird (Patentanſpruch).

Koksofen mit Gewinnung der Nebenproducte. Nach A. Hüſſener (D. R.-P. Nr. 16923) werden die gereinigten Ofengaſe durch ein Rohr über ein unter der Sohle angeordnetes Roſtfeuer, ſowie in die Wandcanäle des Ofens geleitet, wo ſie mit der vorher in den Kühlcanälen des Koksofens erhitzten atmoſphäriſchen Luft zuſammentreffen und verbrennen.

[1]) Vergl. Fiſcher's Jahresber. 1892, 18.

Bei den Regenerativ-Koksöfen der Schlesischen Kohlen- und Kokswerke (D. R.-P. Nr. 25825) werden die Gase durch die Rohre $g$ (Fig. 143 und 144) zu einer Condensationsvorrichtung angesaugt, in welcher der Theer und das Ammoniakwasser sich verdichten, und dann zu den Koksöfen zurückgeführt, um je nach der Stellung des zwischen Koksofen und

Fig. 143. Fig. 144.




Schornstein befindlichen Klappenverschlusses durch $E_1$ oder durch $E$ einzutreten. Steht die Klappe so, daß der Eintritt des Gases bei $E_1$ erfolgt, so tritt auch die Luft bei $D_1$ ein. Das Gas geht durch den beim letzten Wechsel erhitzten Regenerator $C_1$, die Luft durch den ebenfalls vorher erhitzten Regenerator $B_1$. Unter der Sohle $n$ treten Gas und Luft zusammen und verbrennen dort sowie auf dem weiteren Wege in den Seitenwänden $a$ und unter der Sohle $v$; es ziehen die verbrannten heißen Gase alsdann durch die Regeneratoren $C$ und $B$ und von da durch die Canäle $E$ und $D$ zum Schornsteine. Die Gittersteine der Regeneratoren $C$ und $B$ werden durch die durchströmenden heißen Verbrennungsproducte hoch erhitzt und, wenn nunmehr nach einer bestimmten Zeit die Klappe umgestellt wird, so erfolgt der umgekehrte Weg. Das aus den Condensationsapparaten kommende, von Theer und Ammoniak befreite Gas tritt alsdann bei $E$ ein, die Luft bei $D$, worauf das Gas den umgekehrten Weg wie vorher geht.

Nach einem ferneren Vorschlage derselben Werke (D. R.-P. Nr. 26421) soll es unter Umständen angemessener sein, daß nur die Verbrennungsluft vorgewärmt wird, während das Gas ohne Vorwärmung in die Heizräume der Koksöfen einströmt oder eingeblasen wird (vergl. S. 130).

Liegender Koksofen der Actiengesellschaft für Kohlendestillation (D. R.-P. Nr. 94049). Fig. 147 und 148 zeigen lothrechte Längsschnitte, Fig. 146 Querschnitte und Ansicht von $K$ aus, Fig. 145 Ansicht von $J$ aus. Fig. 149 bis 151 stellen die Zwischenwände zwischen je zwei Ofenkammern dar in verschiedenen Ausführungen des Verbandes der Ofenkammerwangen mit der Zwischenwandmittelmauer. Danach bilden die Heizcanäle unter der Sohle der Ofenkammern und in den je zwei Ofenkammern trennenden Zwischenwänden zwei vollständig selbständige Canalsysteme, indem unter

jeder Ofenkammer zwei Canäle in der Sohle angeordnet sind, von denen jeder für sich geheizt wird und jeder je mit einem Systeme in der Ofenkammer-

Fig. 145.

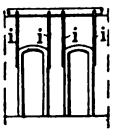



Fig. 147.

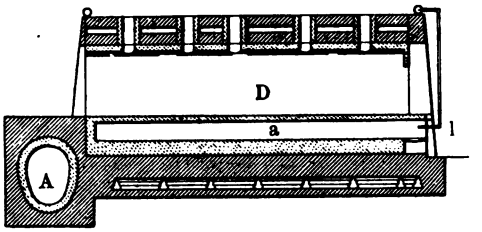



Fig. 146.

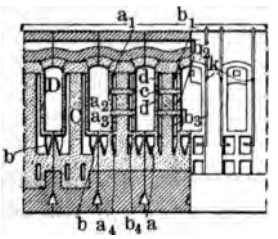



Fig. 148.

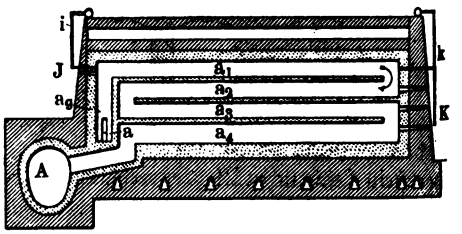



Fig. 149.

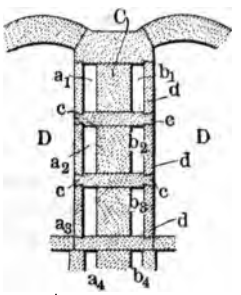



Fig. 150.

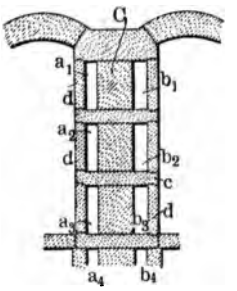
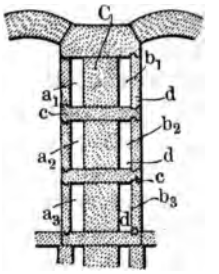



Fig. 151.




zwischenwand befindlicher wagerechter Wandcanäle und durch diese mit den allgemeinen Abhitzecanale in Verbindung steht. Hierdurch werden die in jeden Sohlcanale eingeführten Gasmengen gezwungen, den ihnen vorgeschriebenen Weg bis zum Abhitzecanale zu machen, und außerdem wird jede Ofenkammer an jeder ihrer Seiten durch je ein unabhängiges Heizcanalsystem erhitzt, aus welchem nicht mehr, wie dies bisher der Fall war, ein beträchtlicher Theil der Hitze an die nebenliegende Ofenkammer abgegeben wird. Die unter der Ofenkammer liegenden Sohlcanäle sind in den Figuren mit $a\,b$ bezeichnet und das wagerechte Heizcanalsystem mit $a_1\,a_2\,a_3\,a_4$ bezw. $b_1\,b_2\,b_3\,b_4$. Die eine Hälfte der Ofenkammersohle und Ofenkammerwange wird von dem in sich abgeschlossenen selbständigen Heizcanalsysteme $a\,a_1\,a_2\,a_3$, die andere Hälfte von

m Heizcanalsysteme $b\,b_1\,b_2\,b_3$ geheizt. Die Gase machen in jedem Heizcanal-
teme (ohne daß sie sich theilen) den Weg durch die Sohlencanäle *a* und *b*,
t Ende derselben aufwärts durch $a_5$ bezw. $b_5$ und $a_1$ bezw. $b_1$ und dann
eder im Zickzack abwärts durch die Canäle $a_2\,a_3\,a_4$ bezw. $b_2\,b_3\,b_4$ nach dem
gemeinen Abhitzecanale *A*. Durch diese Anordnung der Heizcanalsysteme
rd mittelst der zwangläufigen Führung der Heizgase ein zuverlässiges und
nomisches Erhitzen der einzelnen Ofenkammern erzielt. Diese getrennten
d in sich selbständigen Canalsysteme werden in einer besonderen Weise ein-
aut und in die zwischen je zwei Ofenkammern befindlichen Zwischenwände
ig. 149 bis 151). Die Mitte jeder Zwischenwand besteht aus dem
ssiven Mauerwerke *C*, welches das Ofenkammergewölbe und den gesammten
erbau des Ofens trägt und mittelst seitlichen Auskragungen oder Vor-
inge *c*, deren Stirnflächen einen Theil der Wandflächen der Ofenkammern
den, die dünnen auswechselbaren Platten *d* aufnimmt.

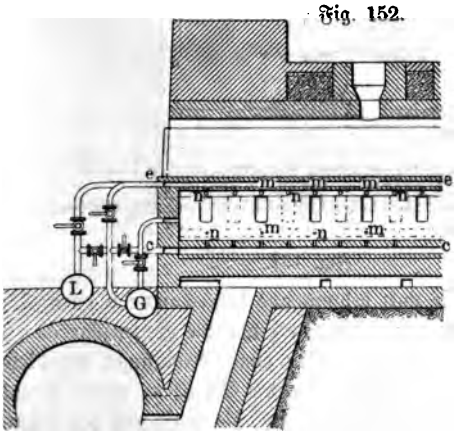
Die Oefen der Firma Dr. C. Otto & Co. in Dahlhausen haben in
utschland die größte Verbreitung gefunden. Nach den D. R.-P. Nr. 7054
d 13156 wird als Verbrennungsluft die zur Bodenkühlung verwendete und
durch schon erhitzte Luft in besonderen Canälen durch die heißen Ofenwände
ührt und dann zur Verbrennung der Gase benutzt.

Nach D. R.-P. Nr. 10280 werden Koksöfen in zwei Etagen über ein-
der in der Weise angeordnet, daß die Oefen sowohl der oberen wie der
teren Etage von oben her mit Kohlen gefüllt werden können.

Die Koksöfen nach D. R.-P. Nr. 16436, 16840 und 19040, mit oder
ne Gewinnung der Nebenproducte, nähern sich wieder den Coppée'schen
:fen [1]).

Nach dem gemeinschaftlich mit H. Herberz genommenen D. R.-P.

Fig. 152.



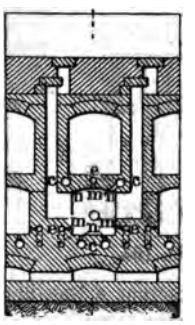



Fig. 153.

[1]) Fischer's Jahresber. 1883, 1221.

Nr. 17873 werden bei den Koksöfen mit Gewinnung der Nebenproducte Generatoren vorgelegt, um die erforderliche Temperatur zu erreichen.

Nach D. R.-P. Nr. 20908 und 24586 von Otto & Co. soll, um bei Koksöfen nicht allein die Luft an den verschiedensten Stellen des Sohlcanales zur Verbrennung der Gase einführen, sondern auch die Gase selbst an die verschiedenen Stellen hinleiten und deren Zutritt von außen reguliren zu können, das Gas durch eine Rohrleitung $G$ (Fig. 152 und 153) vor den Oefen hergeführt werden, bei den einzelnen Koksöfen in die Canäle $e$ münden und aus diesen durch die Oeffnungen $m$ in den Sohlcanal treten. Die Luft wird durch die Rohrleitung $L$ vor den Oefen hergeführt, mündet bei den einzelnen Koksöfen in die Canäle $c$ und tritt aus diesen durch die Oeffnungen $n$ in den Sohlcanal. Im Gascanale treten also Gas und Luft zusammen und verbrennen dort.

Beim Regenerativ-Koksofen soll nach Otto's D. R.-P. Nr. 31004[1]) die gleichmäßige Erwärmung der Sohlen und Seitenzüge dadurch erreicht werden, daß die Verbrennungsluft nicht allein an der Eintrittsstelle der Gase aus den Regeneratoren $R$ (Fig. 154 bis 157) unter der Sohle $n$, sondern auch in dem

Fig. 155.

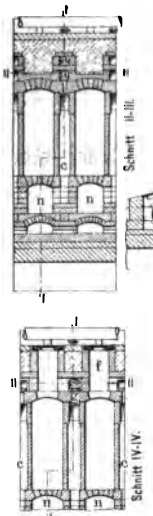



Fig. 154.

Fig. 156.

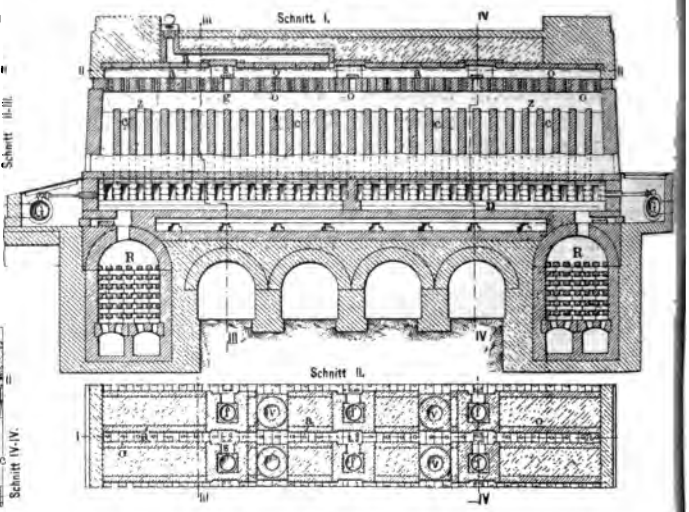



Fig. 157.

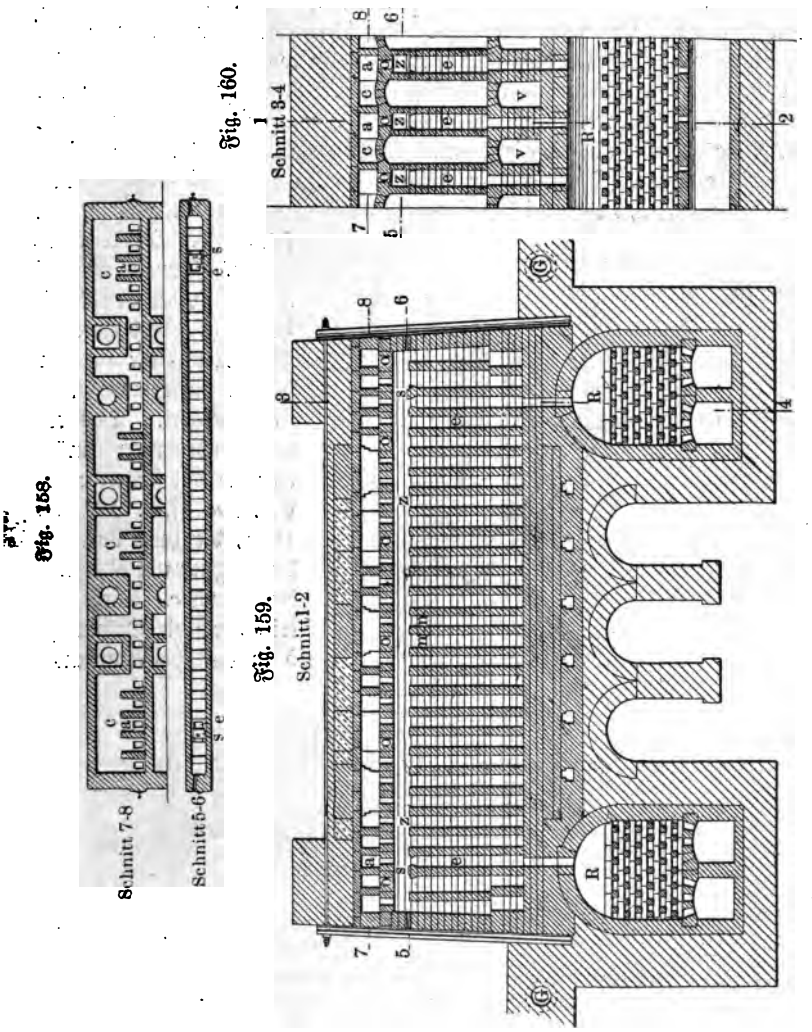
Längszuge $z$ zugeführt wird. Die Luft gelangt aus dem Canale $a$ durch Oeffnungen $o$ der Trennungssteine in den Längszug $z$ und die Seitenzüge $c$. Die Inbetriebsetzung der Oefen oder deren Betrieb ohne Gewinnung der Nebenproducte kann dadurch bewirkt werden, daß man die Steine $s$, welche gewöhnlich die Oeffnungen $g$ schließen, wegnimmt, so daß die Gase aus den Kohlenfülllöchern $f$ durch $g$ unmittelbar nach $z$ gelangen können, um hier mit der

[1]) Zusatz zu Hoffmann Nr. 18795 (vergl. S. 115).

durch die Oeffnungen *o* eintretenden Luft ganz oder theilweise zu verbrennen. Die Oeffnungen *v* dienen als Gasabzugsöffnungen für den Fall der Gewinnung der Nebenproducte.

Weitere Constructionen von Regenerativ-Koksöfen zeigen D. R.-P. Nr. 31004, 31590, 32520, 50982, 88200 und 90499 [1]).

Nach D. R.-P. Nr. 42473 ist über den Schächten *n* (Fig. 158 bis 160) der Seitenwände ein Längszug angebracht, welcher durch mindestens je einen




Schacht *e* mit den Wärmespeichern *R* verbunden ist. Unabhängig davon können

[1]) Fischer's Jahresber. 1885, 1221; 1890, 17; 1897, 25.

die Wärmespeicher mit den Sohlcanälen *v* unter den Oefen und den Luftcanälen über den Oefen verbunden werden. Diejenigen Gase, welche nicht in den Sohlcanälen *v* verbrannt sind, steigen in den Schächten *n* der Seitenwände auf und verbrennen ganz oder theilweise in dem Längszuge *z* mit der Luft, welche durch die Schächte *c* unmittelbar aus den Wärmespeichern zugelassen wird. Die Menge dieser Luft wird durch Stellung der Schieber *s* geregelt. Aus dem Längszuge *z* treten die Verbrennungsproducte durch die Oeffnungen *o* in die Canäle *a* und damit auch in deren Erweiterungen *c*, welche über den Gewölben der Oefen angeordnet sind. Auf diese Weise kann der obere Theil der Regenerativ-Koksöfen durch die in *z*, sowie in den Canälen *a* und *c* über den Gewölben stattfindende Verbrennung entweder ebenso hoch oder höher oder weniger hoch erhitzt werden als die Sohlcanäle, ganz wie das Bedürfniß des Verkokungsprocesses und die Eigenschaften der zu verkokenden Kohlen es erfordern.

Otto & Co. (D. R.-P. Nr. 50982) wollen ferner die hohen Temperaturen vermeiden, welche bei den Regenerativöfen entstehen und zu häufiger Zerstörung des Mauerwerkes führen. Danach wird die heiße Luft dem durch dieselbe zu verbrennenden Gase nicht mehr an einer, sondern an mehreren Stellen zugeführt. Das von der Condensation zurückkehrende Gas strömt in den Canal *a* (Fig. 161 bis 163), die heiße Luft aus dem Regenerator *R* tritt in den Canal *c*. Diese Luft tritt durch die Oeffnungen *b* in der Zwischenwand *d*

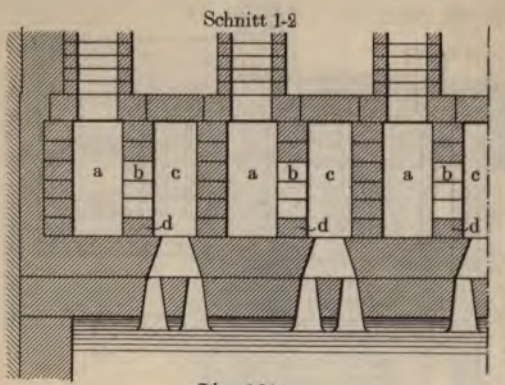



Fig. 161.

Fig. 162.

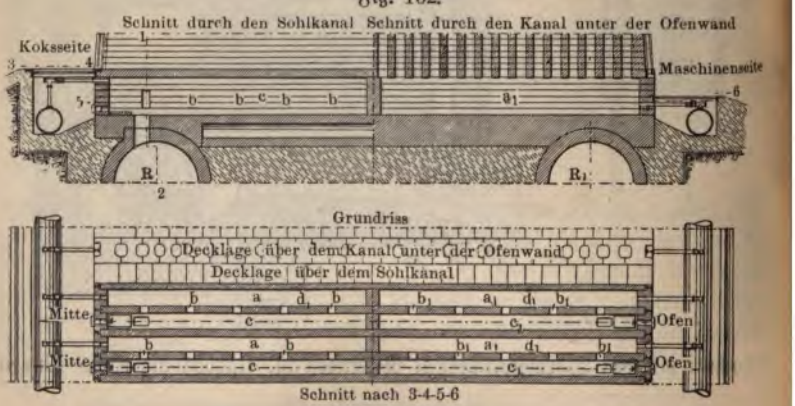



Fig. 163.

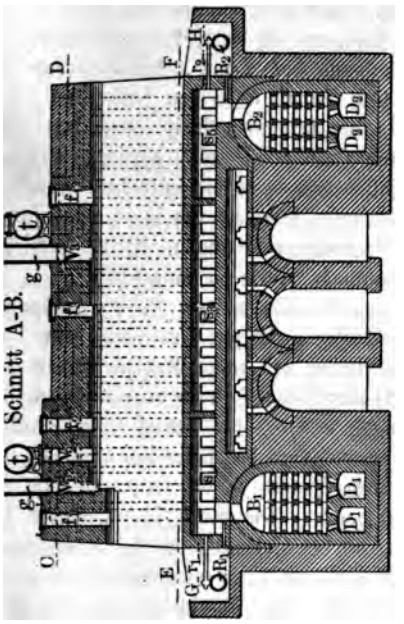
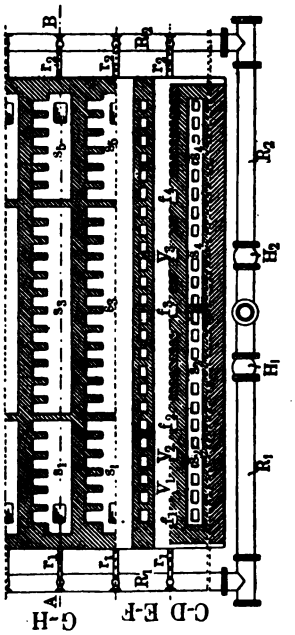



Fig. 165.



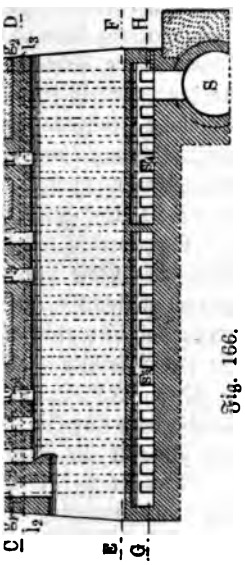



Fig. 166.

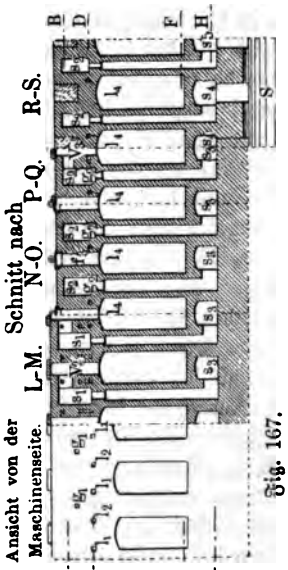



Fig. 167.

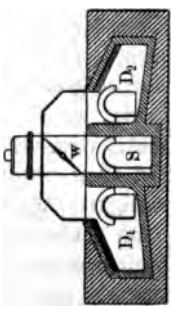


Fig. 168.

der Canäle $a$ und $c$ in den Canal $a$. Die Verbrennung der Gase in dem Canale $a$ findet also an den Stellen statt, wo sich die Oeffnungen $b$ befinden. Der Canal $a$ liegt unter der Seitenwand des Ofens, die Verbrennungsproducte steigen in Folge dessen aus dem Canale $a$ in den senkrechten Zügen der Seitenwände auf und gelangen in der bekannten Weise durch den wagerechten Canal oben in der Seitenwand (welcher hier nicht gezeichnet ist) nach der anderen Seite der Seitenwand, fallen dort durch die senkrechten Canäle in diesem Theile der Seitenwand wieder herunter, sammeln sich in $a^1$ und gelangen durch $b^1$ nach $c^1$, von wo sie in den Regenerator $R^1$ treten. Beim Wechsel ist die Richtung des Ganges der Verbrennungsproducte die umgekehrte.

Der Universal-Koksofen von C. Otto und F. W. Lürmann (D. R.-P. Nr. 52206) soll für alle Kohlen gleich gut verwendbar sein. Bei unterbrochenem Betriebe und Verwendung von fetten Kohlen werden diese durch $f_2$, $f_3$ und $f_4$ (Fig. 164 bis 168) eingefüllt; $f_1$ wird geschlossen gehalten. Die sich entwickelnden Gase treten, nachdem ihnen bei Bedarf schon durch $l_4$, also im Ofen, etwas erwärmte Verbrennungsluft zugeführt ist, durch $V_1$ und $V_2$ in den Raum $s_1$, in welchen durch $l_1$ und $l_2$ die ferner nöthige vorgewärmte Verbrennungsluft zugeführt wird. Die durch $l_4$ zugeführte Luft dient lediglich zur Vorverbrennung der an der Oeffnung von $l_4$ vorbeiströmenden Gase und soll keinen Abbrand an Koks im Ofen veranlassen. Die Erwärmung der Luft in $l_1$ und $l_2$ bewirkt eine Abkühlung des feuerfesten Materiales, welches in den Ofentheilen, welche $l_1$ und $l_2$ berühren, am meisten zu leiden hat, und dessen Erhaltung ohne diese Abkühlung schwer fällt. Aus $s_1$ fallen die brennenden Gase durch die Wandcanäle 1 bis 6 hinunter in den Sohlcanal $s_3$, steigen in den Schichten 7 bis 15 auf, ziehen durch $s_2$ und die Schächte 16 bis 24 nieder in den Sohlcanal $s_4$ und gelangen von dort in den Abhitzecanal $S$. Wenn die in $s_1$ verbrannten Gase, bevor sie die Schächte 16 bis 24 erreichen, schon so abgekühlt sind, daß sie für den guten Betrieb der Oefen diese Schächte und damit die Seitenwände nicht mehr genügend heizen können, wird die dritte Gasentnahme durch $V_3$ mit Luftzuführung durch $l_3$ in Betrieb genommen und durch dieselbe so viel Gase zur Verbrennung in $s_2$ gebracht, als die Erhitzung des neben den Schächten 16 bis 24 liegenden Ofentheiles erfordert. — Da $V_3$ näher am Abhitzecanale $S$ liegt, werden möglichst viel Gase diesen nächsten Weg benutzen wollen. Weil diese Gase aber am wenigsten ausgenutzt werden, so muß der Verbindungscanal zwischen $v_3$ und $s_2$ durch Einlegen feuerfester Steine so weit verengt werden, daß hier nicht mehr Gase austreten können, als der Betrieb erfordert. Wie viel Gase hierzu nöthig sind, ist nach einiger Beobachtung leicht festzustellen. Diese Beobachtung geschieht sowohl zur Beurtheilung der Gasentnahme, als auch für die Verbrennung und die richtige Abmessung der Luftmengen, also für die Führung des ganzen Betriebes durch die Gucklöcher $g_1$ und $g_2$. — Bei der Verarbeitung einer möglichst mageren Beschickung ist es vortheilhaft, wenn man diese Koksöfen ununterbrochen betreibt, wobei jedesmal nur ein Theil der Ofenfüllung auf der Entleerungsseite als fertiger Koks ausgedrückt, während an der Beschickseite eine entsprechende Menge Kohlen eingedrückt wird. Bei Anwendung dieser

iebsweise ist die größte Magerkeit der Kohlenbeschickung möglich, weil die
ı nie ganz entleert, d. h. abgekühlt werden, und weil der Betrieb so ge-
wird, daß die frisch hinzukommenden Kohlen immer in den heißesten
des Ofens fest hineingepreßt werden. Dabei sind die Füllöcher $f_2 f_3$
$_4$ überflüssig, werden also geschlossen. An der Maschinen- oder Be-
eite muß die Thür in die Oeffnung des Ofens passen und durch eine
he Vorrichtung an der Kopfplatte der Koksausdrückmaschine leicht zu be-
n und davon wieder zu lösen sein. Der Ofen wird in Zwischenräumen
twa 12 Stunden mit drei bis fünf Wagen Kohlen, jeden zu etwa 400 k
ft. Die Wagen werden vorher auf dem Geleise über $f_1$ bereit gestellt.
ein Ofen beschickt werden, so wird die Maschine vor denselben gefahren,
opfplatte der Maschine wird bis gegen die Thür vorgeschoben, daran be-
, diese durch die Maschine etwa 0,9 m vorangedrückt und wieder zurück-
n. Durch $f_1$ werden nun die Kohlen aus dem ersten Wagen in den
ndenen leeren Raum eingefüllt; die Maschine schiebt dann die Thür und
ohlen etwa 0,9 m voran und zieht die Thür wieder zurück. Ebenso wird
nhalt des zweiten Wagens eingefüllt, voran- und festgedrückt. Der In-
es dritten Wagens wird aber nur etwa 0,6 m vorangedrückt; dann wird
hür durch die Maschine zurückgezogen, so daß in dem entstehenden leeren
ıe der Inhalt des vierten und letzten Wagens nicht ganz Platz findet und
twas Kohlen im unteren Theile des Fülloches $f_1$ stehen. Jetzt wird die
nur etwa 15 cm vorwärts geschoben, was genügt, um diese letzten Kohlen
rücken. Die Thür wird hierauf von der Maschine gelöst und durch
eine Vorrichtung festgestellt, also vor Zurückgehen und Umfallen ge-
. Während des Beschickens ist die Thür am Koksaustritts-, also Ent-
gsende des Ofens offen, und schiebt sich jedesmal eine der eingefüllten
nmenge entsprechende Menge Koks heraus. Es ist zu dem Zwecke noth-
g, daß an der Entleerungsseite die Hüttensohle niedriger liegt als die
ohle, welcher Anordnung man in neuerer Zeit bei allen Arten von Koks-
den Vorzug giebt. Je nachdem mehr oder weniger Koks im Ofen gar
schickt man auch mehr oder weniger Kohlen. Bei gutem Betriebe und
ageren, gasarmen Kohlenmischungen (mit etwa 14 Proc. Gas) wird man
r Regel in 12 Stunden 1,5 bis 2 t Kohlen in den Koksöfen verkoken
n. Diese Leistung kann bei Verwendung von Mischungen von Mager-
mit Steinkohlenpech erheblich gesteigert werden.

Bei diesem ununterbrochenen Betriebe ist die Gasentnahme durch $V_3$
hig, kann sogar schädlich wirken, da es bei diesem Betriebe darauf an-
t, die Temperatur an der Beschickseite bis reichlich zur Hälfte der Ofen-
so hoch als möglich zu halten, während im übrigen Theile des Ofens die
e ohne Schaden erheblich kälter sein dürfen. $V_3$ wird deshalb beim un-
rochenen Betriebe dieser Koksöfen durch Einlegen eines Steines in die
ndung zwischen $V_3$ und $s_2$ geschlossen; ebenso wird der Luftcanal $l_3$ ge-
en. Es treten nun sämmtliche Gase durch $V_1$ und $V_2$ aus, nachdem sie
$l_4$ schon im Ofen mit etwas Luft gemischt sind, wodurch sowohl die
eratur erhöht, als auch eine Graphitbildung vermieden wird, welche $V_1$

und $V_2$ verstopfen würde. In $V_1$ und $V_2$, oder auch in $s_1$, tritt durch $l_1$ und $l_2$ die zur vollkommenen Verbrennung der Gase nöthige Verbrennungsluft erwärmt ein, und ist durch $g_1$ und $g_2$ auch hier zu sehen, ob der Betrieb richtig geführt wird. Dies ist der Fall, wenn die Temperatur in dem neben den Zügen 1 bis 6 liegenden Ofentheile des Ofens, in welchem sich die frischen Kohlen befinden, am höchsten, neben Zug 7 bis 15 wenig niedriger gehalten wird. Aus den im Ofen von der vorhergehenden Beschickung verbliebenen Kohlen ist während und nach der Beschickung frischer Kohlen die Gasentwicklung in vollem Gange. Es tritt also durch die Beschickung keine Unterbrechung des Betriebes ein, und die Abkühlung, welche durch die verhältnißmäßig geringe Menge frischer Kohlen herbeigeführt werden könnte, bleibt durch die vollkommene Verbrennung der heißen Gase aus den in der Entgasung befindlichen Kohlen mit heißer Luft ohne Einfluß auf den Gang des Ofens.

Wenn außerordentlich magere Mischungen (mit etwa 12 bis 14 Proc. Gas) verkokt werden müssen, dann führt man die Verbrennungsluft, um ihr eine höhere Temperatur zu geben, durch eine Reihe von Canälen $k$, welche unter der Sohle der Oefen angeordnet sind. Es ist dann aber immer anzurathen, die Möglichkeit offen zu halten, daß die Luft sowohl durch diese Canäle und dann durch $l_1$ und $l_2$, als auch nur durch $l_1$ und $l_2$ gehen kann, wobei diese unmittelbar mit der äußeren Luft in Verbindung gesetzt werden. Zu dem Ende würden beide Luftzuführungen mit Schiebern zu versehen sein, die nach Bedarf geöffnet oder geschlossen werden können. Beim Zusammentreffen der sehr heißen Luft mit den heißen Gasen in $s_1$ wird sich außerdem eine so hohe Temperatur entwickeln, daß das umliegende Mauerwerk ohne entsprechende Abkühlung nicht dauernd Stand halten kann. Bei einem solchen Betriebe ist demnach eine besondere Aufmerksamkeit darauf zu richten, daß man, bevor das Mauerwerk zu heiß wird, die Züge $l_1$ und $l_2$ mit der äußeren Luft in Verbindung setzt. Auch kann man die oben erwähnten Schieber der Luftzuführungen so stellen, daß eine Mischung von heißer und kalter Luft in $s_1$ eintritt. Es kann demnach die Temperatur in diesem Raume $s_1$ nach Bedarf erhöht oder erniedrigt werden.

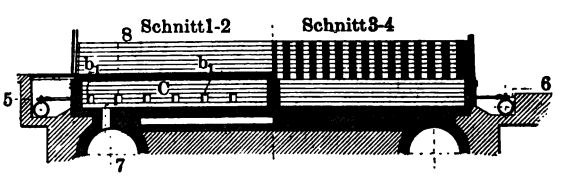
Selbst solche Koksöfen, welche für gewöhnlich mit sehr mageren Mischungen als Lürmann-Oefen betrieben werden sollen, setzt man zweckmäßig mit Fettkohlen in Betrieb, wenn nöthig unter Benutzung von $V_3$. Wenn dann einige Male fette Kohlen beschickt sind, d. h. wenn die Oefen heiß genug sind, geht man zum Lürmann-Betrieb über. Diese Art der Inbetriebsetzung ist besonders anzurathen, wenn gasarme Kohlenmischungen verwendet werden sollen. Wenn bei dem Betriebe mit solchen Mischungen eine zu große Abkühlung eines Ofens vorkommt, ist es ebenfalls räthlich, denselben einige Male mit Fettkohlen zu beschicken. Bei sehr gasreichen, mageren Kohlen ist eine derartige Vorsicht weniger nöthig. Für den Betrieb mit Gewinnung der Nebenproducte werden die Gasaustrittsöffnungen $V_1$, $V_2$ und $V_3$ geschlossen. Die Gase treten alsdann aus dem Ofen durch $g$ in die Theervorlage $t$ (Fig. 164), gelangen von da in die Condensationsapparate und werden von dem Exhaustor oder mittels eines gut ziehenden Schornsteines je nach der Stellung der in den Hauptgas-

Leitungsröhren befindlichen Gashähne $H^1$ und $H^2$ abwechselnd in die Gas-Leitungsröhren $R^1$ und $R^2$ geführt. Aus $R^1$ und $R^2$ gelangen die Gase ıter die Sohle eines jeden Ofens durch kleine Gaszuführungsrohre $r^1$ ıd $r^2$.

Der Gang des Betriebes der Oefen mit Gewinnung der Neben-:obucte ist folgender: 1. Steht der Hahn $H^1$ des Gaszuleitungsrohres $R^1$ . daß die Gase, welche von der Condensation zurückkehren, in das Zuführungs-hr $R^1$ und durch $r^1$ in den Sohlcanal $s_1$ treten (Fig. 164 und 165), so ıß gleichzeitig die Wechselklappe $w$ (Fig. 168) so gestellt werden, daß die ft, welche zur Verbrennung der Gase dienen soll, von dem Regenerator $B^1$ den Sohlcanal $s_1$ strömt. In $s_1$ findet also in diesem Falle die Ver-ennung statt; deren heiße Producte steigen in einem Theile der Schächte der eitenwände in die Höhe, und zwar in dem gezeichneten Falle in sechs Schächten, ımmeln sich in dem darüber angeordneten Canale $s_2$ (Fig. 165), fallen in den chsten sechs Schächten der Seitenwand herunter, sammeln sich in dem Sohl-ıale $s_3$, steigen in ferneren (sechs) Schächten der Seitenwand in die Höhe, ımmeln sich in dem darüber befindlichen Canale $s_4$, um durch die letzten chächte in der Seitenwand in den Sohlcanal $s_5$ und dann in den Regene-tor $B^2$ zu gelangen. Nachdem die Abhitze die Steinausfüllung in $B^2$ erhitzt t und so abgekühlt ist, gelangt dieselbe durch die Canäle $D^2$ in den Abhitze-ıal $S$ (Fig. 164 und 168). — Wird der Gashahn $H^1$ geschlossen, der Gas-hn $H^2$ dagegen geöffnet und die Luftwechselklappe umgestellt, so gelangen die ase durch $R^2$ und $r_2$ nach $r_5$, die Luft ebenfalls durch $B^2$ nach $s_5$, und findet nn hier die Verbrennung statt. Die heißen Verbrennungsproducte gelangen der Richtung, welche der oben beschriebenen entgegengesetzt ist, in den Regene-tor $B^1$, dessen Steinausfüllung sie erhitzen. Die so abgekühlten Ver-ennungsproducte gelangen durch die Canäle $D^1$ und den Abhitzecanal $S$ zum chornsteine.

Liegender Koksofen von C. Otto & Co. (D. R.-P. Nr. 80145). ı die Wärmeentwickelung für jeden einzelnen Ofen durch stetige, voll-mmenere Verbrennung der Gase gleichmäßig intensiv zu gestalten, wird das as auch auf der anderen Seite des Luftcanales $C$ (Fig. 169 bis 171) in r Sohle des Ofens einen zweiten ıascanal $a_1$ einge-hrt, welcher eben-lls durch die chlitze $b_1$ mit dem ıftcanale in Ver-ndung steht. Diese erbesserung der

Fig. 169.




rstellung des zweiten Gasverbrennungscanales in der Sohle des Ofens rd in der einfachsten Weise dadurch erreicht, daß über diesem zweiten ısverbrennungscanale genau dieselbe Seitenwand aufgeführt wird, wie r dem einen, indem zwei Einzelseitenwände $S$ und $S_1$ zusammengestellt

werden. Bei dieser Zusammenstellung wird ein Zwischenraum *f* gelassen, der nur Absteifungen *e* der beiden Wände erhält, welche nach innen stärker werden, und dadurch wird der große Vortheil gewonnen, die Einzelwand nicht mehr nach der Koksseite des Ofens verjüngen zu müssen, sondern in diesen Zwischenraum wird die gewünschte Coincität der neuen Wand bezw. des Ofens gelegt.

Fig. 170.

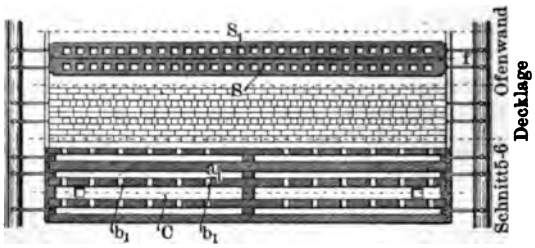
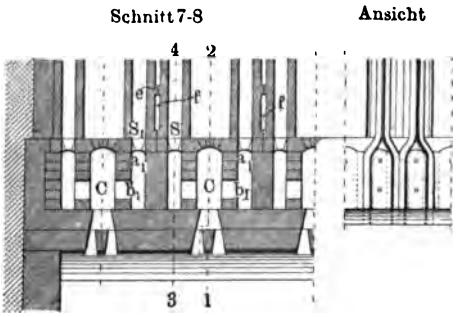



Fig. 171.




Beim Koksofen mit Einrichtung zur Regelung des Gasdruckes. Nach Otto & Co. (D. R.-P. Nr. 106959) werden die Ofenkammern durch Oeffnungen am einfachsten in den Widerlagsteinen angebracht, unter einander in directe Verbindung gesetzt, ohne im Uebrigen irgendwie an der Bauart der Oefen zu ändern. Ist die eine Ofenkammer frisch gefüllt, so tritt mit fortschreitend lebhafterer Gasentwickelung in ihr durch die Oeffnungen Gas über in die anderen Kammern, in welchen die Gasentwickelung stetig geringer wird; es findet ein Ausgleich in der Gasmenge der benachbarten Kammern statt.

Nach D. R.-P. Nr. 88200 derselben Firma werden die Fundamentmauern parallel zur Längsaxe der Oefen angeordnet und für je zwei Oefen abgewölbt. Die in dem Fundamentmauerwerke vorgesehenen Gänge und Canäle sind von solcher Größe, daß sie von dem Bedienungspersonale bequem begangen werden können. In diesen Gängen liegen die mit Düsen in die Heizcanäle mündenden Gasleitungen *g* (Fig. 172 bis 174); zweckmäßig versorgt jede Gaszuführung etwa vier Wandcanäle. Die Zahl der durchgehenden Verticalwände *w* ist für die Zwangläufigkeit der Heizgase in der Zwischenwand maßgebend. Die Zuführung der Verbrennungsluft kann durch eine entsprechende Oeffnung von jeder Gaspfeife durch injectorartiges Mitreißen geschehen, was am einfachsten ist, oder auch durch Luftcanäle. In letzterem Falle wird die Luft zweckmäßig für jeden Ofen durch besondere Pfeifen *p* aus der Leitung *L* eingeführt. Zum Anheizen dient ein Nebenventil $v^1$, durch welches die Gase bei geschlossenem Ventile *v* in die Heizcanäle treten.

Dadurch, daß die Regelung der Gaseinführung bequem in den Fundament-

gen zu bewirken ist, läßt sich eine gleichmäßige Vertheilung der Wärme auf ganzen Ofen, aber auch die stärkere Erhitzung einzelner Theile, z. B. der pfe, erzielen. Doch kann nirgends eine zu starke Erhitzung vorkommen, da Heizgase über die ganze Ofenlänge vertheilt werden. Das gleichmäßige

Fig. 172.

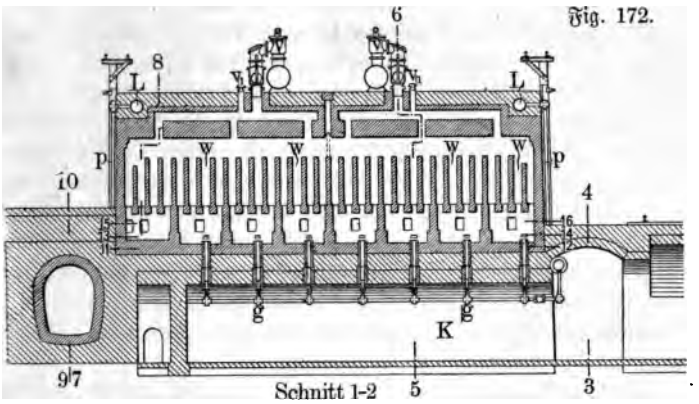



Fig. 173.

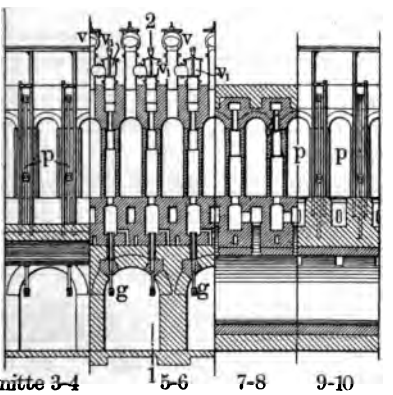
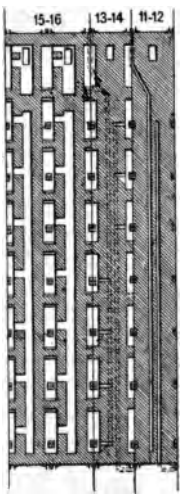



Fig. 174. Schnitte



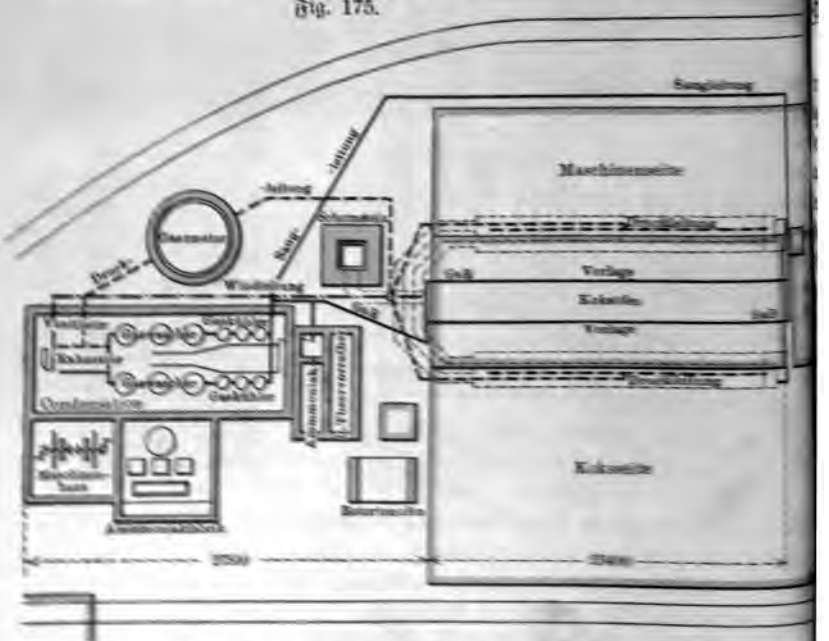

schnellere Garen der Oefen und die Haltbarkeit des Mauerwerkes sind die nittelbaren günstigen Folgen. Insbesondere wird durch die Zuführung des ses von unten mittelst zugänglicher Leitungen eine vortheilhafte Beheizung ielt, indem die höhere Erhitzung unmittelbar im unteren Theile des Ofens tfindet. Wichtig ist auch, daß die Gasleitung in den Fundamentcanälen lig geschützt liegt und daß die Wartung und Reinigung nicht wie bei über Oefen liegenden Leitungen das Arbeiten auf den Oefen erschwert. Die ndamentcanäle dienen zugleich zur Vorwärmung der neben den Gasdüsen

eintretenden Luft und bieten somit ein Mittel zur Ausnutzung der nach unten abfließenden Ofenwärme. Da die Heizgase in Folge der Vertheilung der Heizung auf die ganze Ofenlänge einen kürzeren Weg nehmen als bei anderen Ofensystemen, so herrscht weder an der Eintrittsstelle der Gase großer Druck, noch an der Austrittsöffnung ein erhebliches Vacuum. In Folge dessen treten durch Risse und Fugen weder Heizgase in den Ofenraum, noch umgekehrt; deshalb werden mehr Nebenproducte gewonnen, und das Ofengas ist weniger mit Heizgasen vermischt, so daß es höheren Heiz- und Leuchtwerth besitzt.

Der Koksofen von Otto & Co. (D. R.-P. Nr. 105432) ist dadurch gekennzeichnet, daß die zuerst sich bildenden wasserreichen Destillationsgase zur Verminderung ihres Wassergehaltes durch eine erste Auslaßöffnung abgeleitet und in Niederschlagsvorrichtungen auf etwa 50° abgekühlt werden, während die später sich entwickelnden wasserärmeren Gase nach Abschließung der ersten Auslaßöffnung durch eine zweite Auslaßöffnung, die bis dahin verschlossen war, aus dem Ofen entnommen werden, um gemeinschaftlich mit den ersten Gasen den Brennern zugeführt und mittels derselben unter Zuführung nöthigenfalls vorgewärmter Luft verbrannt zu werden [1]).

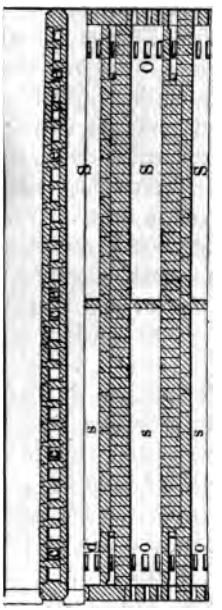
Koksofenanlage der Zeche Pluto. Koksöfen von G. Hoffmann und Otto wurden zuerst versuchsweise bei den Schlesischen Kohlen- und Koks-

Fig. 175.



werken in Gottesberg ausgeführt, ohne Anlage von Condensationsapparaten für das Gas (vergl. S. 115), dann mit sehr vollkommener Verflüssigung

[1]) Fischer's Jahresber. 1889, 29.



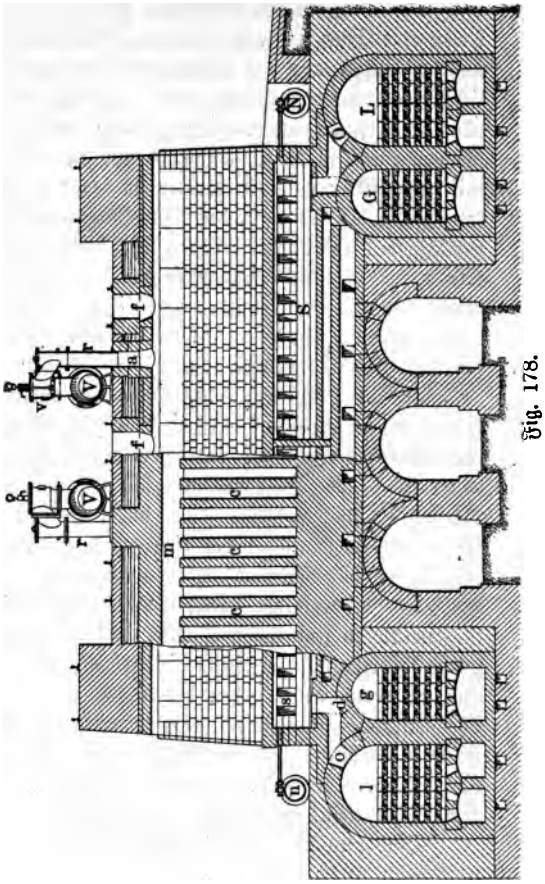


Fig. 178.

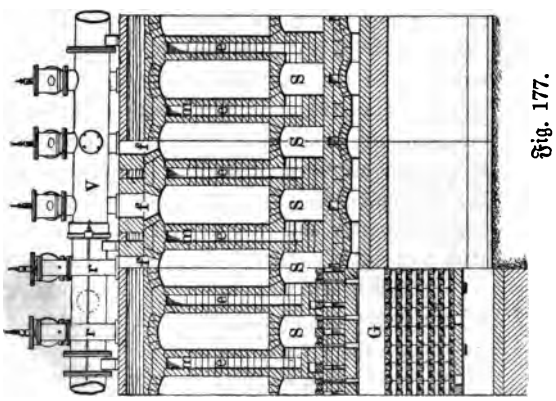


Fig. 177.

chtung an einer An= von 20 Koksöfen auf Zeche Pluto bei Wanne an 20 Koksöfen bei genannten Werken in esberg. Die Ergeb= dieser Anlagen sind ßerordentlich günstige, nach derselben Ein= ung mit Gewinnung Nebenproducte in schland (1898) be= 120 Koksöfen im begriffen sind. Nach tto[1]) zeigt Fig. 175 esammtanordnung auf Zeche Pluto, Fig. 176 .78 Einzelheiten der=

[1]) Stahl u. Eisen 1884, Zeitschr. Ver. deutsch. . 1884, 895; vgl. Fischer's Jahresber. 1892, 17; 1895, 12.

Die Koksöfen mit lothrechten Zügen in den Seitenwänden sind 9 m lang, haben eine lichte Weite von 0,6 m, eine Höhe von 1,6 m bis zum Widerlager und die Entfernung von Mitte zu Mitte beträgt 0,95 m. Bei den gewöhnlichen Koksöfen ohne Theer- und Ammoniakgewinnung sind in den Verkokungsräumen Oeffnungen vorhanden, durch welche die Gase aus den Verkokungsräumen zuerst in die Seitenwände und dann in die Sohlcanäle ziehen, um dort mit zugeleiteter Luft zu verbrennen und durch diese Verbrennung die Verkokungskammer selbst für den Verkokungsproceß genügend zu heizen. Bei dem vorliegenden Ofen fehlt dagegen jede directe Verbindung von Verkokungsraum und Wand; vielmehr hat außer den Entlade- und den Beschickungsöffnungen, welche während des Betriebes geschlossen sind, dieser Ofen nur zwei Oeffnungen *a* im Gewölbe, durch welche die bei dem Verkokungsprocesse entwickelten Gase aus dem Ofen entweichen können.

In der Seitenwand des Ofens ist unter dem Widerlager ein liegender Canal *m* angeordnet, welcher über den sämmtlichen lothrechten Zügen der Seitenwand hergeht und eine Verbindung derselben ermöglicht. Jeder Sohlcanal ist in der Längsrichtung des Ofens durch eine Scheidewand in zwei Hälften *s* und *S* getheilt. Jede dieser Hälften steht in Verbindung mit zwei Regeneratoren, welche neben einander liegen und von denen *g* und *G* zur Erhitzung des zur Verbrennung zu verwendenden Gases, *l* und *L* zur Erhitzung der zur Verbrennung dieses Gases nothwendigen Luft dienen soll. Die Regeneratoren sind lange Canäle, mit Steinen gitterartig ausgesetzt, um eine große Oberfläche zu erzielen. Dieselben gehen unter der ganzen Gruppe [illegible] und an deren Ende stehen die beiden Luftregeneratoren *l* und *L* durch eine Wechselklappe entweder mit dem Luftzuströmungsrohre, oder mit dem Schornsteine in Verbindung; dabei sind die Gasregeneratoren *g* und *G* ebenfalls durch eine besondere Wechselklappe entweder mit dem Gaszuströmungsrohre, oder mit dem Schornsteine in Verbindung gebracht.

Sind nun die Oefen in Hitze und durch *f* mit Kohlen beschickt, so entweichen die Gase der verkokenden Kohlen durch die Oeffnung *a* in die Steigrohre *r* und gehen bei geöffnetem Ventile *v* in die Vorlage *V*. Von hier ziehen die Gase zur Condensationsanlage, wo sie in den Gaskühlern *K* gekühlt und dann in den Gaswaschern (sogen. Scrubber) *W* gewaschen werden (vergl. Fig. 179 bis 182). Die Gase werden dann durch das gleiche Gebläse, welches dieselben nach den Kühlapparaten hingesaugt hat und das überhaupt die ganze Bewegung der Gase veranlaßt, wieder von der Condensation weg nach den Oefen hingedrückt und zwar je nach Stellung der Wechselklappe des Gasdruckrohres entweder nach dem auf der einen Seite liegenden Gasregenerator *g*, oder nach dem auf der anderen Seite liegenden Regenerator *G*.

Nehmen wir an, das Gas gehe zum Gasregenerator *g*, so wird die Wechselklappe der Luftregeneratoren so gestellt, daß die eingeblasene Luft in den Luftregenerator *l* tritt. Dieser und der Gasregenerator *g* münden bei jedem Ofen durch neben einander liegende Oeffnungen *c* und *d* in den Sohlcanal *s*. Die Verbrennung findet theils im Sohlcanale selbst, theils auf dem weiteren Wege statt. Der gesammte Strom der in Verbrennung begriffenen Gase und

ɜen Verbrennungsproducte geht durch die neben einander liegenden
*c* in den wagerechten Canal *m* und von da, durch die lothrechten
llend, in den Sohlcanal *S*, von wo die nunmehr sämmtlich als
nzunehmenden Gase durch den Luftregenerator *L* und den Gas-
*G* zum Kamine entweichen und auf diesem Wege ihre Hitze an das

179.

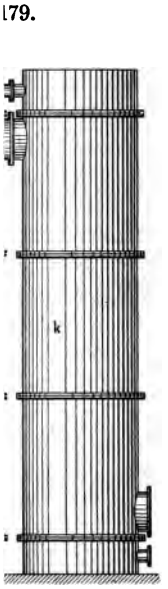



Fig. 180.

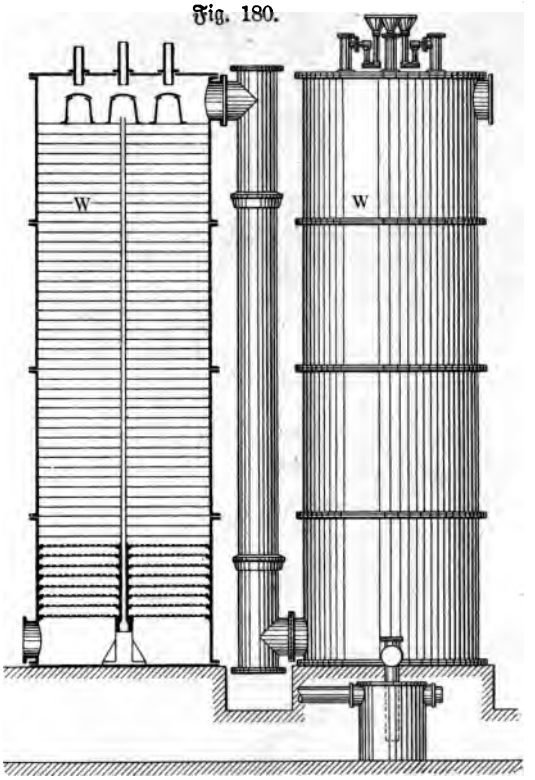
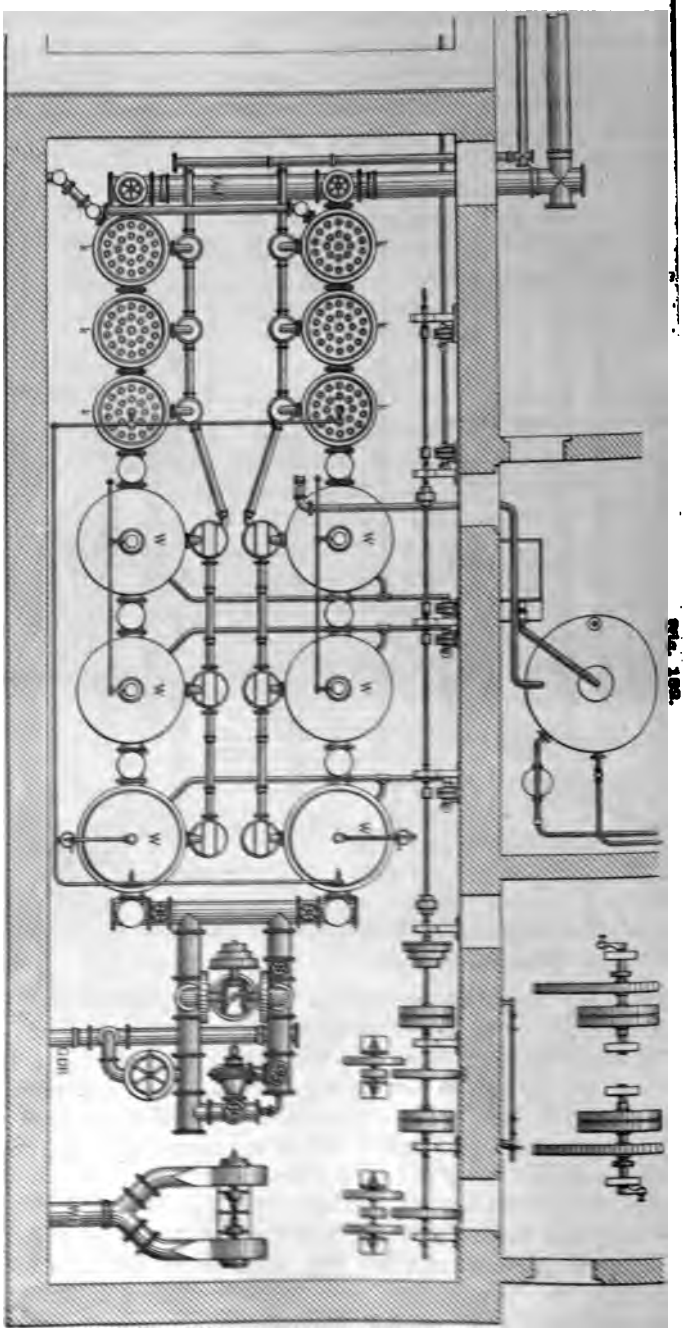



Fig. 181.

der Regeneratoren abgeben. Nach einer bestimmten Zeit, etwa
, werden die beiden Wechselklappen umgestellt und es tritt alsdann
rte Weg ein. Das Gas tritt aus der Condensation in den Gas-
*G*, die Luft in den Luftregenerator *L*. Die Verbrennung findet
ale *S* statt. Die Stromrichtung des Gases, der Luft und der
ɜsproducte geht durch *e* nach *m* und dann durch *c* nach *s* und durch
ıtoren *l* und *g* zu dem Kamine.

ſt die ursprüngliche Einrichtung der Koksöfen auf Zeche Pluto; es
von Anfang an darauf verzichtet, das Gas zu regeneriren, so daß
vorgewärmt wird und zwar aus folgenden Gründen: Das Neben-
n der langen Gas- und Luftregeneratoren kann durch mögliche
ɜn der Zwischenwände zu einer Vermischung von Gas und Luft



eits in den Regeneratoren, also zu Schmelzungen in denselben führen, was triebsstörungen zur Folge haben müßte. Ferner geht bei jeder Umstellung Wechselklappe ein ganzer Regeneratorinhalt an Gas verloren und dieser ist der Größe der Generatoren nicht unbedeutend. Zudem kommt das bei der ıstellung weggehende heiße Gas zwischen Klappe und Schornstein mit dem halte des heißen Luftregenerators zusammen und es können Explosionen olgen. Endlich ist das Volumen der zur Verbrennung des Gases noth- ndigen Luft ungefähr das Sechsfache des Gases; es erscheint also bei dieser sammensetzung einfacher und wichtiger, die große Masse Verbrennungsluft in auf eine sehr hohe Temperatur zu bringen, als außer der Verbrennungs- auch noch die kleine Menge Gas zu erhitzen und die hierzu nöthige Hitze Verbrennungsluft zu entziehen.

Man benutzte daher beide neben einander liegende Regeneratoren nur für Luft und führt das Gas aus dem von der Condensation zurückkommenden sdruckrohre je nach Stellung der Wechselklappe entweder nach dem Rohre *n*, r nach dem auf der anderen Seite der Koksöfen liegenden Rohre *N*. An m Ofen ist durch eine kleine Gasdüse, welche mit einem Hahne versehen ist, Verbindung zwischen Gasdruckrohr und Ofensohlcanal hergestellt. Die ppe im Gasdruckrohre und die Klappe im Ende der Luftregeneratoren den entsprechend gestellt. Wenn also das Gas durch die Gasdruckleitung deren Düsen in die Sohlcanäle auf der einen Seite tritt, so streicht auch Luft durch die auf der gleichen Seite befindlichen Regeneratoren in dieselben hlcanäle und die Verbrennung und der Weg der Verbrennungsproducte ist schon dargelegte. Bei der Umstellung findet der umgekehrte Weg statt. tt der zwei Regeneratoren auf jeder Seite wendet man überhaupt jetzt nur einen einzigen auf jeder Seite der Batterie an und dienen diese nur zum dererhitzen der Luft. Durch diese einräumige Lufterhitzung mit wechselnder richtung kann die Verbrennungsluft ganz außerordentlich rasch und hoch zt werden, viel rascher und höher als durch diejenigen mehrräumigen An- n, welche auf der stetigen Erhitzung der Verbrennungsluft durch Wände urch beruhen, auf deren einer Seite die Abhitze heizt, während auf der ren die zuströmende Verbrennungsluft sich erwärmen soll. Die Luft kommt dieser Siemens'schen Regeneration auf Zeche Pluto auf eine Temperatur über 1000° und durch Anwendung einer so hochgradig heißen Luft als brennungsluft wird es ermöglicht, daß von den aus der Condensation ckkommenden kalten und durch den Verlust an Theer weniger heizkräftigen en nur ein gewisser Theil gebraucht wird, um durch seine Ver- nung den Verkokungsproceß im Gange und die Oefen hinreichend heiß zu lten. Es hat sich beim Betriebe auf Pluto herausgestellt, daß man nicht sämmtliche vorhandene Gas zur Heizung der Oefen verwenden darf, wenn betreffenden Verbrennungsstellen u. dergl. nicht zu heiß werden sollen, und man also viel mehr Gas hat, als man zur Unterhaltung des Verkokungs- sses braucht; es beträgt der Ueberschuß etwa 100 cbm für Ofen und Tag. Temperatur in Sohlcanälen und Seitenwänden ist so hoch, daß der Ver- gsproceß bei normaler Ladung, der Ofen mit 5750 k trockener Kohlen

gerechnet, in 48 Stunden vor sich geht; sehr häufig ist die Garungszeit eine geringere. Wird die Garungszeit eine geringere, als erwünscht, so braucht man nur weniger Gas zuzuführen, um durch eine kleine Erniedrigung der Temperatur wieder eine Garungszeit von 48 Stunden zu bekommen. Man hat überhaupt den Proceß ganz außerordentlich in der Hand, weil sowohl Gas, als Luft eingeblasen wird und die Mengen beider genau geregelt werden können. Die Güte der Kokes ist eine ganz vorzügliche. Das Ausbringen an Koks ist in Folge des völligen Luftabschlusses um 7 Proc. höher als bei gewöhnlichen Oefen.

Die Gaskühler *K* (Fig. 179 und 180 und Grundriß 182) sind eiserne, stehende Cylinder, mit im Deckel und Boden derselben befestigten Eisenröhren *x*. Aus dem Aufsatze *w* strömt Wasser durch die Eisenröhren nach unten und kühlt das Gas ab, welches seinen Weg zwischen diesen Kühlröhren der Richtung des kalten Wassers entgegen nimmt. Mehrere Gaskühler stehen so mit einander in Verbindung, daß das Kühlwasser, welches von dem ersten Gaskühler unten abfließt, bei dem zweiten oben einfließt und so fort, während das Gas den entgegengesetzten Weg macht. Das Gas hat nach seinem Entweichen aus dem Ofen im Steigrohre eine Temperatur von 600 bis 700°, in der Vorlage eine solche von 200 bis 400°, je nach der Entfernung vom Steigrohre, vor den Gaskühlern eine Temperatur von 75 bis 120°, hinter denselben von 17 bis 30°. Durch die Abkühlung verliert das Gas einen großen Theil Theer und Ammoniakwasser und zwar von dem gesammten Ammoniakwasser, welches die Condensation liefert, etwa 75 Proc.

In den als Gaswascher dienenden stehenden eisernen Cylindern *W* (Fig. 181) ist in Abständen von etwa 10 cm eine große Zahl von gelochten Blechen über einander angebracht. Auf das oberste Blech tropft fortwährend kaltes Wasser, so daß von Blech zu Blech ein Regen von Wassertropfen nieder- und dem Gase entgegenträufelt, welches in der dem Wasser entgegengesetzten Richtung sich bewegt und seinen Ammoniakgehalt an das Wasser abgiebt. Das ammoniakhaltige Wasser fließt unten ab und wird, wenn es noch nicht hinreichend stark an Ammoniak ist, nochmals und weiterhin so oft nach oben und dem Gase entgegen gepumpt, bis es für den Verkauf genügend reich an Ammoniak ist. Mehrere Gaswascher stehen so mit einander in Verbindung, daß das Gas bei seinem Durchgange durch dieselben in dem letzten vor seinem Austritte nur mit reinem Wasser in Berührung kommt und daß die Anreicherung des Ammoniakwassers in denjenigen Gaswaschern stattfindet, in welche das Gas zuerst eintritt. Die Gaswascher entfernen die in den Gaskühlern noch übrig gebliebenen 25 Proc. des Ammoniakgehaltes und bringen auch zugleich mit dem Ammoniakwasser noch sehr viel Theer zur Ausscheidung. Die Temperatur des Gases wird bei Anwendung von genügend kaltem Wasser in den Gaswaschern bis auf 1[illegible] heruntergebracht.

Die Trennung des Theers und Ammoniakwassers findet in Cisternen nach dem specifischen Gewichte statt. Das Ammoniakwasser wird für den Verbrauch so lange auf den Gaswaschern angereichert, bis es etwa 3 bis 3,5° Bé. hat, entsprechend 1[illegible] Proc. Ammoniak, da nun etwa 14 Proc. dreigrädiges

Ammoniakwasser entfallen, so stellt sich die Ausbeute an Ammoniak, auf schwefelsaures Ammoniak gerechnet, auf etwa 1 Proc. der trockenen Kohle.

Auf Zeche Pluto wurde das Ammoniakwasser nicht auf schwefelsaures Ammoniak verarbeitet, sondern als Ammoniakwasser nach seinem Ammoniakgehalte nach Graden Beaumé verkauft. Die Theerausbeute betrug hier im Durchschnitte des besten Betriebsmonates 3,46 Proc., bezw. des schlechtesten Monates 2,78 Proc., auf trockene Kohle gerechnet. Diese Schwankungen des Ausbringens sind darauf zurückzuführen, daß man längere Zeit nur unbedeutende Mengen Kühlwasser zur Verfügung hatte. Der Kühlwasserbedarf ist für jeden Ofen täglich 5 cbm.

Der Gehalt des Theers an den in Betracht kommenden Stoffen war auf wasserfreien Theer berechnet:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Benzol . . . . . | 0,954 | bis | 1,06 | Proc. | vom Theer, |
| Naphtalin . . . . . | 4,27 | „ | 5,27 | „ | „ „ |
| Anthracen . . . . . | 0,575 | „ | 0,64 | „ | „ „ |
| Pech . . . . . | etwa 50 | | | „ | „ „ |

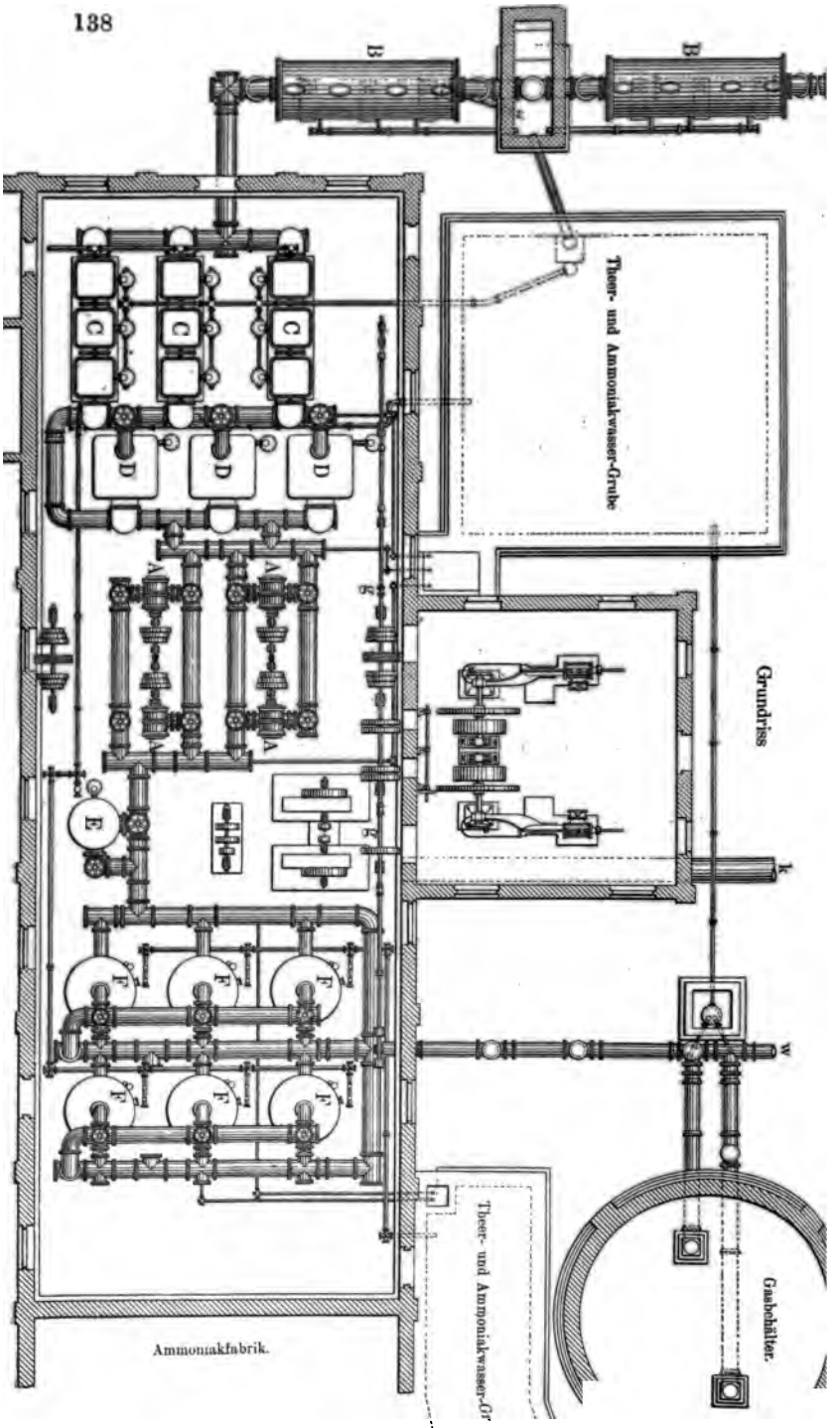
Von diesem Peche kann je nach der Menge des unlöslichen Rückstandes noch ein mehr oder weniger großer Theil bei fortgesetzter Destillation übergetrieben werden. Der in concentrirter Eisigsäure oder Benzin unlösliche Rückstand beträgt 10 bis 25 Proc. des Theers.

Wie schon erwähnt, sind bei jedem Ofen 100 cbm Gas übrig, welches folgende Zusammensetzung hat:

| | Kokereigas |
|---|---|
| Benzoldampf . . . . . | 0,60 Proc. |
| Aethylen ($C_2H_4$) . . . . . | 1,61 „ |
| Schwefelwasserstoff . . . . . | 0,42 „ |
| Kohlensäure . . . . . | 1,39 „ |
| Kohlenoxyd . . . . . | 6,41 „ |
| Wasserstoff . . . . . | 52,69 „ |
| Methylwasserstoff ($CH_4$) . . . . . | 35,67 „ |
| Wasser . . . . . | 1,21 „ |

Fig. 183 bis 188 zeigen die von Otto & Co. ausgeführte entsprechende Anlage der Julienhütte O.-S.[1]). Auf Seite *a* des Otto-Hoffmann-Ofens steht die Ausdrückmaschine, *b* ist die Koksseite, auf welcher der herausgedrückte Koks abgelöscht wird. Statt der Oeffnungen, durch welche in den gewöhnlichen Coppée-Oefen die Gase aus dem Verkokungsraume zuerst in die Verticalcanäle der Seitenwände und dann in die Sohlcanäle ziehen, um dort zu verbrennen, fehlt hier jede directe Verbindung zwischen Verkokungsraum und Wand. Im Gewölbe des Ofens befinden sich nur drei Oeffnungen, welche zum Füllen des Ofens dienen, und zwei Oeffnungen, durch welche die bei der Verkokung sich entwickelnden Gase abziehen. In den Seitenwänden ist unter den Widerlagern ein Horizontalcanal angeordnet, welcher die sämmtlichen Verticalzüge verbindet. Die Regeneratoren stehen an einem Ende vermittelst einer Wechselklappe entweder mit dem Luftzuströmungsrohre oder zurück mit dem Schornsteine in Verbindung. Sobald der Ofen in Hitze und der Verkokungsproceß im Gange ist, entweichen die von den Kohlen abgegebenen Gase durch die Oeffnungen in die Steigerohre, ähnlich wie bei den Retorten in

[1]) Stahl u. Eisen 1892, 820; Fischer's Jahresber. 1892, 21.


Grundriss
Theer- und Ammoniakwasser-Grube
Ammoniakfabrik.
Gasbehälter.
Theer- und Ammoniakwasser-Gr
A
B
C
D
E
F
g
k
w

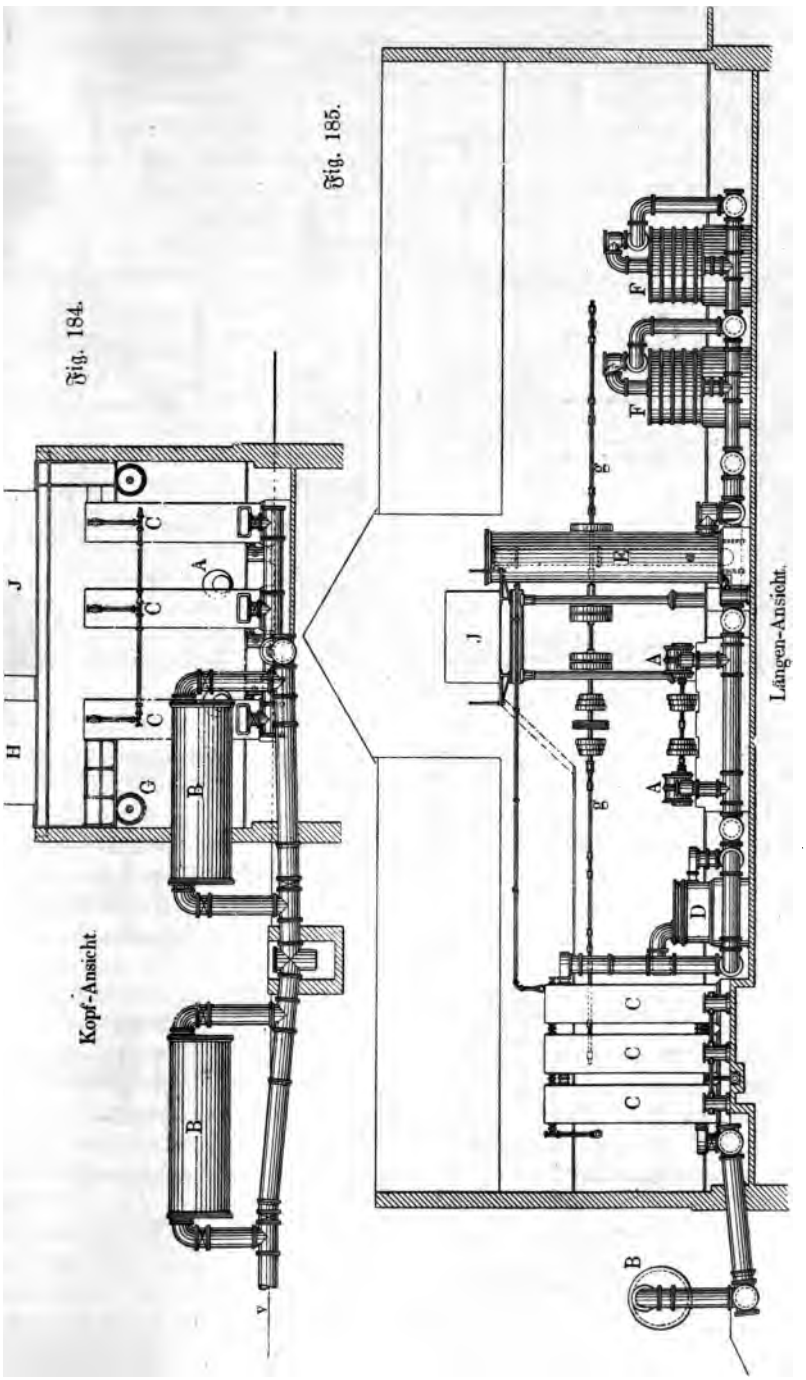


Fig. 184.
Kopf-Ansicht.
Fig. 185.
Längen-Ansicht.
A
B
C
D
F
G
H
J
g
v

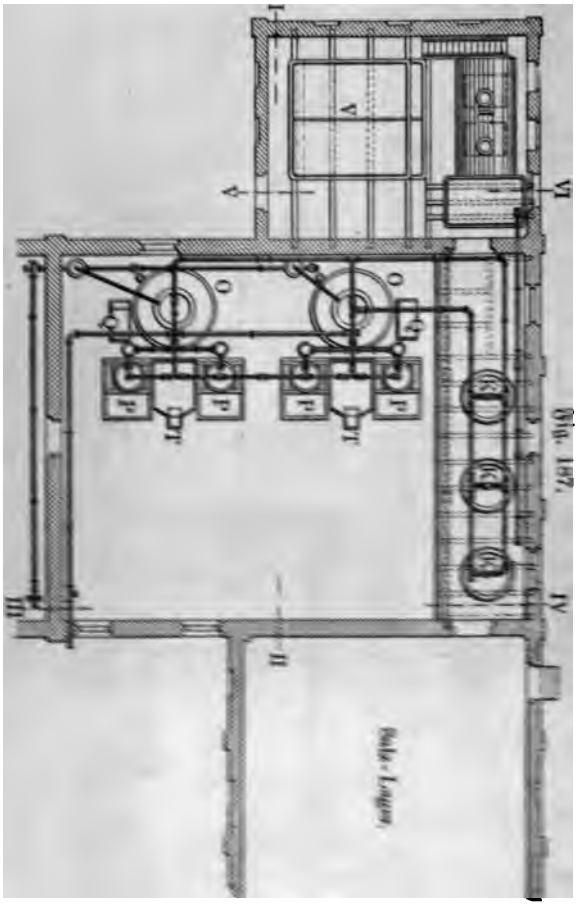
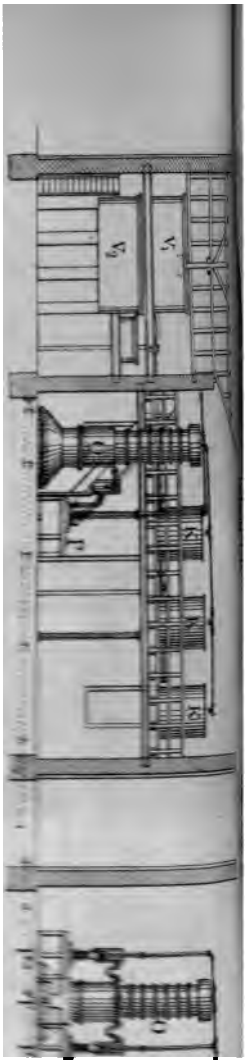
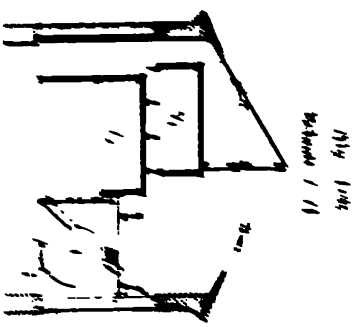
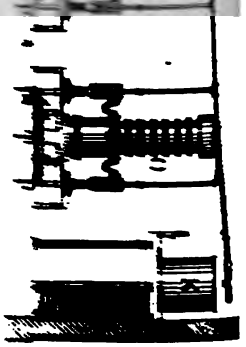


Fig. 187.







asanstalten, und gehen von da durch das geöffnete Ventil in die Vorlage, von elcher sie durch die Rohrleitung *v* (Fig. 183) zur eigentlichen Condensation langen. In der letzteren werden die Gase von Theer, Ammoniak, Benzol freit, um sie dann den Oefen wieder zuzuführen. Beim Betriebe gehen die ase zur Condensation und gelangen dann durch die Rohrleitung *w* zu dem fen zurück. Auf dem Wege zu den letzteren befindet sich eine Wechselklappe, elche je nach Stellung das Gas in das Gaszuführungsrohr *q* und $q^1$ leitet. enn das Gas in das Rohr *q* eintritt und aus diesem durch das mit einem ahn versehene Düsenrohr in die Sohlcanalhälfte gelangt, dann ist die in der uftzuführungsleitung befindliche Wechselklappe so gestellt, daß die Luft in die uftvertheilungscanäle eintritt, von da durch im Gewölbe befindliche kleine effnungen in den Regenerator gelangt, sich hier erwärmt und dann durch chlitze ebenfalls in die Sohlcanalhälfte eintritt. In dieser Sohlcanalhälfte indet nun die Verbrennung statt.

Nachdem das in den Oefen entwickelte Gas durch die Ventile in die Vorage gelangt ist, wird es vermittelst der im Apparatenraume aufgestellten Gasanger *A* nach der Condensation gesaugt. Auf dem Wege dorthin sind jedoch och verschiedene Vorrichtungen eingeschaltet und zwar zunächst zwei von außen urch Luft gekühlte Kohlenstaubausscheider *B*, in welchen das Gas einen großen heil seines Theers und die mitgerissenen Kohlentheilchen abgiebt, welche letztere ufofern für den Betrieb der Condensationsapparate unangenehm sind, als sie ieselben leicht verschmieren. Die Gase gelangen nunmehr in die Condenatoren *C*, aufrechtstehende, viereckige, genietete Kästen, die oben und unten mit nem Zwischenboden und in denselben mit einer großen Anzahl eingezogener hweißeiserner Rohre versehen sind, durch welche Kühlwasser fließt. Die Gase eichen um die Röhren nach dem Gegenstromprincipe, während die Condensoducte (Theer und Ammoniakwasser) beständig abfließen. Die Gase gelangen die Vorreiniger *D*; dieselben sind viereckig und vertheilt sich das Gas auf ne Anzahl Röhren, welche in das Wasser eintauchen. In diesen Apparaten ird das Gas mit schwachem Ammoniakwasser gewaschen, um dasselbe anzuichern, hierbei wird gleichfalls Theer ausgeschieden. Die Apparate sind derrtig construirt, daß das Wasser fortwährend oben ein- und unten in gleicher eise abläuft. Dieses Wasser sowohl, wie die aus den Luft- und Wasserhlern erhaltenen Condensproducte fließen zusammen in eine große Grube, in elcher sich Theer und Wasser vermöge des specifischen Gewichtes scheiden.

Bis hierher haben die Gassauger *A* saugend gewirkt, dieselben überhmen von hier aus auch das Weiterdrücken des Gases. Das Gas erwärmt h durch die plötzliche Compression im Gassauger um einige Grade und wird shalb durch den Intensivkühler *E* geleitet, in welchem es auf eine möglichst edrige Temperatur gebracht wird, je nach der Temperatur des Kühlwassers f 13 bis 18°. Nach dem Verlassen des Kühlers *E* treten die Gase in die lockenwascher *F*. Das Gas strömt unten in den Apparat ein und vertheilt h unter einer Anzahl Glocken, welche einen unteren gezahnten, in das Wasser ntauchenden Rand haben; es wird hierauf durch die Zahnung gedrückt und mmt auf diese Weise an vielen Stellen mit dem Wasser in fein vertheiltem

Zustande in Berührung. Die Wascher erhalten je nach Bedürfniß vier bis sechs Etagen über einander und fließt das Wasser von oben nach unten. Das Gas nimmt den entgegengesetzten Weg und wird dem oben frisch zufließenden Wasser stets entgegengetrieben, wodurch es das Ammoniak und den letzten Rest Theer vollständig abgiebt.

Das von Theer und Ammoniak befreite Gas kann nun zur Verbrennung unter die Oefen geleitet werden, wenn es nicht vorgezogen wird, noch weitere Producte aus demselben zu entfernen, wie z. B. das Benzol, welches durch ein Extractionsmittel gewonnen werden kann.

Bevor jedoch das Gas aus der Condensation zu der Wechselklappe und durch diese in das Gasvertheilungsrohr $q$ bezw. $q^1$ gelangt, durchstreicht es noch einen kleinen Gasbehälter, welcher nicht als Vorrathsbehälter dienen soll, da bei einem etwaigen Stillstande des Gassaugers der Inhalt in einigen Minuten verbraucht sein würde, sondern der lediglich als Druckregler fungirt und dem die Aufsicht führenden Beamten in die Augen fallend zeigt, ob der bestimmte und vorgesehene Druck vorhanden ist, da nur bei streng geregelten Druckverhältnissen die Temperaturen in den Oefen gleichmäßig bleiben.

Der bei der Fabrikation gewonnene Theer, welcher sich in den Gruben vermöge des specifischen Gewichtes vom Wasser getrennt hat, wird durch eine Wandpumpe, welche die Wellenleitung $g$ betreibt, in den Hochbehälter $H$ gepumpt, von wo er direct in Kesselwagen gefüllt und durch die Eisenbahn an die Theerdestillation versandt wird.

Das Ammoniakwasser, welches sich ebenfalls in den Gruben gesammelt hat, wird gleichfalls durch Wandpumpen hochgepumpt und zwar in den Hochbehälter $J$, von wo es auf die Destillationsapparate der Ammoniakfabrik, Fig. 186 bis 188, geleitet wird. In der Ammoniakfabrik sind zwei Colonnenapparate $O$, System Grüneberg-Blum, aufgestellt, von denen jeder 30 cbm Ammoniakwasser verarbeiten kann. In dieselbe fließt das Wasser oben hinein und gelangt demnächst von Colonne zu Colonne nach unten. Dem Wasserlaufe entgegen strömt trockener Dampf, welcher das Ammoniak aus dem Wasser austreibt und mit fortreißt. Um auch das in Verbindungen im Wasser enthaltene Ammoniak zu gewinnen, macht man es frei durch Einführung von Kalkmilch in dem Raume über der Treppencolonne, wobei dieselbe mittelst einer Pumpe aus den Kalkkästen $Q$ in die Apparate gedrückt wird.

Der mit Ammoniak geschwängerte Dampf wird in die mit Blei ausgeschlagenen Kästen $P$ geleitet, in welchen sich Schwefelsäure mit dem Ammoniak zu schwefelsaurem Ammoniak verbindet, oder aber in die Kühler $K$, in welchen er condensirt wird und ein concentrirtes Ammoniakwasser liefert. Leitet man den Ammoniakdampf in Schwefelsäure, arbeitet man also auf Salz, so schöpft man das Salz, nachdem die Säure gesättigt ist, auf die Abtropfbühne $T$, von wo es, nachdem die Lauge abgelaufen ist, in das mit Blei ausgeschlagene Salzlager geschafft wird. Arbeitet man dagegen auf condensirtes Ammoniakwasser, dann läuft das Condensproduct auch aus den Kühlern $K$ in den Vorrathsbehälter $U$, welcher etwa 10 t faßt und durch Luftpumpen in Kesselwagen für den Bahntransport entleert werden kann.

Die für die Salzfabrikation erforderliche Schwefelsäure wird in Kessel-
agen bezogen und mittelst Luftpumpe in die Vorrathsbehälter $V$ geschafft, aus
elchen sie abwechselnd aus $V^1$ und $V^2$, nachdem sie sich abgeklärt hat, durch
eber und Bleirohrleitungen in die Schwefelsäurekästen $P$ geleitet wird. Das
us den Apparaten $O$ abfließende Abwasser wird auf Klärvorrichtungen ge-
:acht, in welchen sich der Kalk absetzt, so daß er rein abfließt.

In der Kokerei auf Zeche Nothberg werden 4 bis 5 im Aschen- nd Wassergehalt verschiedene Kohlensorten verkokt, die zur Erzielung gleich-äßiger Koks und gleichbleibender Gasmengen in einer von der „Humboldt" t Kalk erbauten Mischanstalt mit anschließendem Vorrathsthurm gemischt erden. Die 60 Koksöfen, von denen 30 nach dem Otto-Hoffmann'schen ystem mit Siemens'scher Regeneratorgasfeuerung und 30 nach dem Ruppert'schen System mit unmittelbarer Luftabsaugung gebaut sind, sind 10 m lang, 0,5 m an der Maschinenseite und 0,6 m an der Koksplatzseite breit nd 1,8 m hoch. Sie werden durch 3 Oeffnungen im Gewölbe mit je 70 hk gemischten, 19 bis 12 Proc. Wasser enthaltenden Feinkohlen besetzt, die in 36 Stunden entgast werden. — Da 60 Oefen mit 36stündiger Garungszeit vorhanden sind, so müssen in 24 Stunden 40 Oefen gedrückt werden, die also täglich $40 . 7. = 280$ t Mischkohlen erforden. Dem entsprechen 250 t trockene Kohlen oder, bei 80 Proc. Koksausbringen, rund 200 t Koks in 24 Stunden. Beim Verkoken entweichen beim Steinkohlengas für 1 t Kohle je nach der Beschaffenheit der Kohlen 280 bis 300 cbm Gas, welche bei dem luftdicht geschlossenen Koksofenraume nur durch die oben im Gewölbe befindlichen Steigrohre in die schräg liegende Vorlage abziehen können. An dem knieförmigen Steigrohre ist ein Ventil angebracht, das geschlossen wird, wenn der Ofeninhalt entgast ist, so daß beim Heben der Thüren und Herausdrücken der Koks die in den Ofen eintretende Luft nicht in die Vorlage dringen kann. Die Gase werden durch Gassauger angesaugt, gelangen aus der Vorlage in die Kohlenstaub- und Theerabscheider und kühlen sich auf dem Wege bis zur Condensation von 600 bis 700° im Steigrohre bis auf etwa 120° ab. Wasser und Theer werden dann in der Condensationsanlage weiter gekühlt und condensirt. Die Gase treten in eiserne hohe Cylinder, in deren Deckel und Boden Röhren eingesetzt sind, durch die ein kalter Wasserstrom fließt, und werden hier im Gegenstrom bis auf 17 bis 18° gekühlt. Aus der Condensationsanlage wird nun der Gasstrom zu den Glockenwaschern gedrückt und hier von dem noch darin vorhandenen Ammoniak und Theer befreit. — Die Glockenwascher, hohe Cylinder mit wagerechten durchlochten Platten in 10 cm Abstand, werden von oben anfangs mit Ammoniakwasser und schließlich mit reinem Wasser beschickt, dem er unten in den Cylinder eintretende Gasstrom entgegengeführt wird, welcher dabei die letzten Theile seines Ammoniakgehaltes abgiebt. Auch hier wird das Gegenstromprincip angewandt, denn in dem ersten Cylinder wird dem noch ziemlich viel Ammoniak enthaltenden Gase schon angereichertes Ammoniakwasser entgegengeführt, damit dieses auf die für die rationelle Fabrikation erforderliche Concentration von 35° Bé. gebracht wird. Die nächsten Cylinder werden mit verdünnterem Ammoniakwasser beschickt und die letzten mit reinem Wasser zur

Aufnahme des Ammoniakrestes. Das Wasser wird stets wieder auf die Höhe gepumpt und den Gasen entgegengeführt. Das nun von Theer und Ammoniak befreite Gas tritt bei der Rothberger Anlage in die Leitung zum Gasbehälter und von da in die Gasleitung, die es den Brennern in den Wandungen der Koksöfen zuführt. Nach Fertigstellung der Benzolfabrik soll das Benzol durch Waschen des Gases mit schweren Theerölen absorbirt und durch nachfolgende Destillation gewonnen werden. Das Benzol wird durch innige Berührung des Gasstromes mit den schweren Theerölen von diesen in ähnlicher Weise aufgenommen wie das Ammoniak durch Wasser. Die Theeröle werden immer wieder zur Aufnahme des Benzols benutzt. Der Gehalt der Gase an letzterem ist rund 0,6 Vol.-Proc. Das starke Ammoniakwasser wird im Feldmann'schen Apparat durch Dampf von 1 Atm. Ueberdruck von dem flüchtigen Ammoniak befreit. Die gebundenen Ammoniakverbindungen werden durch Kalkmilch zersetzt; dabei wird das Ammoniak frei und vom Dampf aufgenommen. Der gesättigte Dampfstrom wird in Bleikessel geleitet, in denen er mit Schwefelsäure von bestimmter Concentration sich zu schwefelsaurem Ammoniak verbindet. Letzteres krystallisirt nach der Sättigung die Schwefelsäure aus, wird ausgeschöpft, getrocknet und zur Entfernung der letzten Flüssigkeitsreste geschleudert. Der Theer sammelt sich in den beiden Becken unter dem Ammoniakwasser. Seine Menge beträgt 2 bis 3 Proc. vom Gewicht der Kohle. Er wird an Theerdestillationen verkauft. Die einzelnen Destillate finden in der Theerfarbenindustrie Abnehmer, während etwa 45 Proc. Rückstände bleiben, die wieder an Steinkohlengruben zurückgehen und hier ein gesuchtes Bindemittel für solche Steinkohlen liefern, die, zur Verkokung ungeeignet, zu Preßkohlen verarbeitet werden. — Je 30 Oefen gehören einer besonderen Bauart an; die Unterschiede lassen sich am besten erläutern, wenn man den von den Nebenerzeugnissen befreiten Gase bei der Wiedereinführung in die Koksöfen zur Verbrennung folgt. Das reine Steinkohlengas, das bei der in sehr hoher Temperatur vor sich gehenden Kohlendestillation gewonnen wird, enthält im Mittel 50 bis 55 Proc. H, 35 bis 40 Proc. $CH_4$, 6,5 Proc. CO und 2,5 bis 3 Proc. $C_nH_n$. Es ist klar, daß durch die Abkühlung der für 1t Kohlen erhaltenen 300 cbm Gas ein großer Theil Wärme an die Luft und das Niederschlagwasser abgegeben wird. Nach Angabe von Hilgenstock in Dahlhausen beträgt dieser Wärmeverlust 15 Proc. vom Heizwerth der Gase. Durch Gewinnung der Abscheidung von Theer, Ammoniak und Benzol gehen weitere 14 Proc. des Heizwerthes den Kohlendestillationsöfen verloren, und endlich kommen noch rund 11 Proc. Abgang durch vollständigeren Luftabschluß hinzu, entsprechend dem Procentsatz der in den Oefen nicht verbrannten Kohlen. Bei dem Koksofenbetriebe mit Gewinnung der Nebenerzeugnisse stehen hiernach zur Verkokung der eingesetzten Kohle rund 40 Proc. weniger Wärme zur Verfügung als beim Betriebe der alten Oefen.

Die anderen 30 Oefen, bei denen auch eine Vorwärmung der Verbrennungsluft vorgesehen, aber nicht in Anwendung ist, sind nach dem Patent von Ruppert in Essen ausgeführt, das ebenfalls von Otto & Co. erworben ist. Die Seitenwände der Oefen werden hierbei durch je zwei Gasflammen

geheizt, die ihre Verbrennungsluft unmittelbar durch Kaminzug ansaugen. Die Verbrennungsgase werden theils senkrecht, theils wagerecht bis zur Ofenmitte geführt, wo noch von der Oberfläche der Oefen her durch je eine weitere Düse frisches Gas zugeführt wird, so daß alle Verbrennungsgase, die aus der Wand durch Schlitze unter die Ofensohle fallen und diese heizen, gemeinschaftlich in einen auf der Maschinenseite liegenden Rauchgascanal gelangen. Dieser vereinigt sich zwischen beiden Batterien mit dem Rauchcanal der Otto-Oefen, um seine noch hohe Temperatur von etwa 1000° an die vor dem Kamin eingeschalteten Kessel abzugeben. Bei der gemeinschaftlichen Gaszuführung für beide Systeme in Nothberg läßt sich nicht bestimmt angeben, welchen Antheil an Heizgas jedes bekommt. Wahrscheinlich brauchen die sechs Brenner jedes Kupper-Ofens eine bedeutend größere Gasmenge als die zwei des mit stärkerer Gaspressung arbeitenden Otto-Ofens. — In nachstehender Tabelle finden sich die bei drei verschiedenen Kohlen erhaltenen Stickstoffmengen; es geht daraus hervor, daß die stickstoffärmere Saarkohle eine höhere Ammoniakausbeute in Procenten ihres Stickstoffgehaltes liefert als die beiden anderen, mehr Stickstoff enthaltenden westfälischen Kohlen.

| | Stickstoffgehalt | | | Vom gesammten Stickstoffgehalt | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | westf. Kohle I Proc. | westf. Kohle II Proc. | Saarkohle Proc. | westf. Kohle I Proc. | westf. Kohle II Proc. | Saarkohle Proc. |
| in den Koks . . . . . | 0,466 | 0,526 | 0,751 | 30,0 | 35,6 | 63,9 |
| im Gase . . . . . | 0,856 | 0,696 | 0,190 | 55,0 | 47,1 | 16,1 |
| „ Ammoniak . . . . . | 0,185 | 0,209 | 0,187 | 11,9 | 14,1 | 15,9 |
| „ Cyan . . . . . | 0,027 | 0,027 | 0,048 | 1,8 | 1,8 | 4,1 |
| „ Theer . . . . . | 0,021 | 0,021 | | 1,3 | 1,4 | |
| zusammen . . . . . | 1,555 | 1,479 | 1,176 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

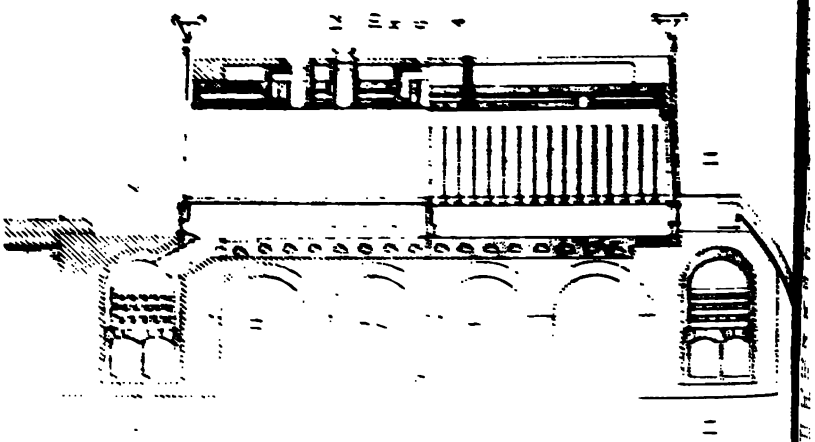
Von dem Gesammtstickstoff der Kohlen, im Mittel 1,5 Proc., wird nur rund $1/7 = 0{,}22$ Proc. in Form von Ammoniak gewonnen. 0,22 Proc. von 1 t sind 2,2 k Stickstoff, entsprechend 11 k schwefelsaurem Ammoniak auf 1 t Kohlen. Werden nun täglich 250 t trockene Kohlen eingesetzt, so ergiebt dies täglich 2750 k oder monatlich 82 500 k schwefelsaures Ammoniak im Werthe von 13 000 bis 14 000 Mark beim heutigen Preise. Es würde eine sehr lohnende Aufgabe sein, von dem in den Koks zurückbleibenden Stickstoff auch nur einen Theil als Ammoniak durch ein praktisch brauchbares Verfahren zu gewinnen (vergl. S. 190). — Ein Bild von den in Frage kommenden Mengen kann man sich machen, wenn man den Versand des rheinisch-westfälischen Kokssyndikats im Jahre 1896 betrachtet, der rund 7 Millionen Tonnen betrug und in den folgenden Jahren sich noch steigerte. Wenn zugleich mit dieser Koksmenge die Nebenerzeugnisse gewonnen wären, so entspräche dies 90 000 t schwefelsaurem Ammoniak im Werthe von etwa 15 Millionen Mark, während im Ruhrbezirk rund ein Drittel hiervon gewonnen wird.

Fig. 189 zeigt Längsschnitt und Querschnitt durch Ofen und Wand eines doppelwandigen Otto-Hoffmann-Koksofens mit Gewinnung der Nebenproducte auf Zeche Eintracht-Tiefbau, Fig. 190 die entsprechenden Querschnitte. Fig. 191 bis 194 (a. S. 148 u. 149) zeigen die Condensationsanlage für 60 Otto-Hoffmann-Koksöfen auf Zeche Recklinghausen, Westfalen.

Die Kokerei der Zeche Mathias Stinnes in Karnap, von der Firma C. Otto & Co. in Dahlhausen gebaut, befindet sich seit 1897 im Betrieb[1]). Die Ofenbatterie besteht aus 30 Oefen mit Unterfeuerung und beweglichen

Fig. 189.

Längsschnitt.



Heizkammer ziehen sie dann abwärts und gelangen unter die Sohle
mmer, von wo aus sie mit etwa 1000° in den Abhitzecanal treten.
et die Gase durch Zweigcanäle in vier Einflammrohrkessel, die ins-
400 qm Heizfläche besitzen, und werden hier noch täglich 140 000 k
n 8 Atm. erzeugt.
en die Gase mit
300° in den
n. — Die in
kammern ent-
Destillationspro-
assen die Oefen
in der Decke an-
Steigrohre und
ich in zwei auf
liegenden Vor-
unter einander
Entlastungsvor-
nden sind. Die
vereinigen sich
er Batterie durch
rohr und leiten
zu den Kühlern;
abgeschiedene
ird durch eine
in einer Vor-
mmelt. Die Küh-
t aus sechs Luft-
d drei Wasser-
die Temperatur
ases von 120°
herabmindern.
wird dann in
inigern von der
Menge Ammo-
h Waschen mit
Gaswasser be-
urch Gassauger
Theerabscheider
n & Pelouze)
Diesen verläßt
theerfrei und

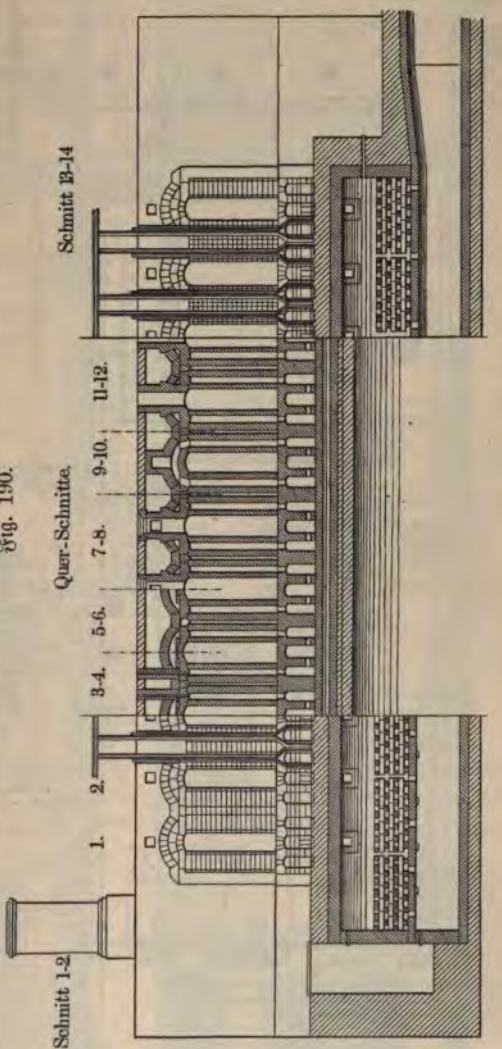
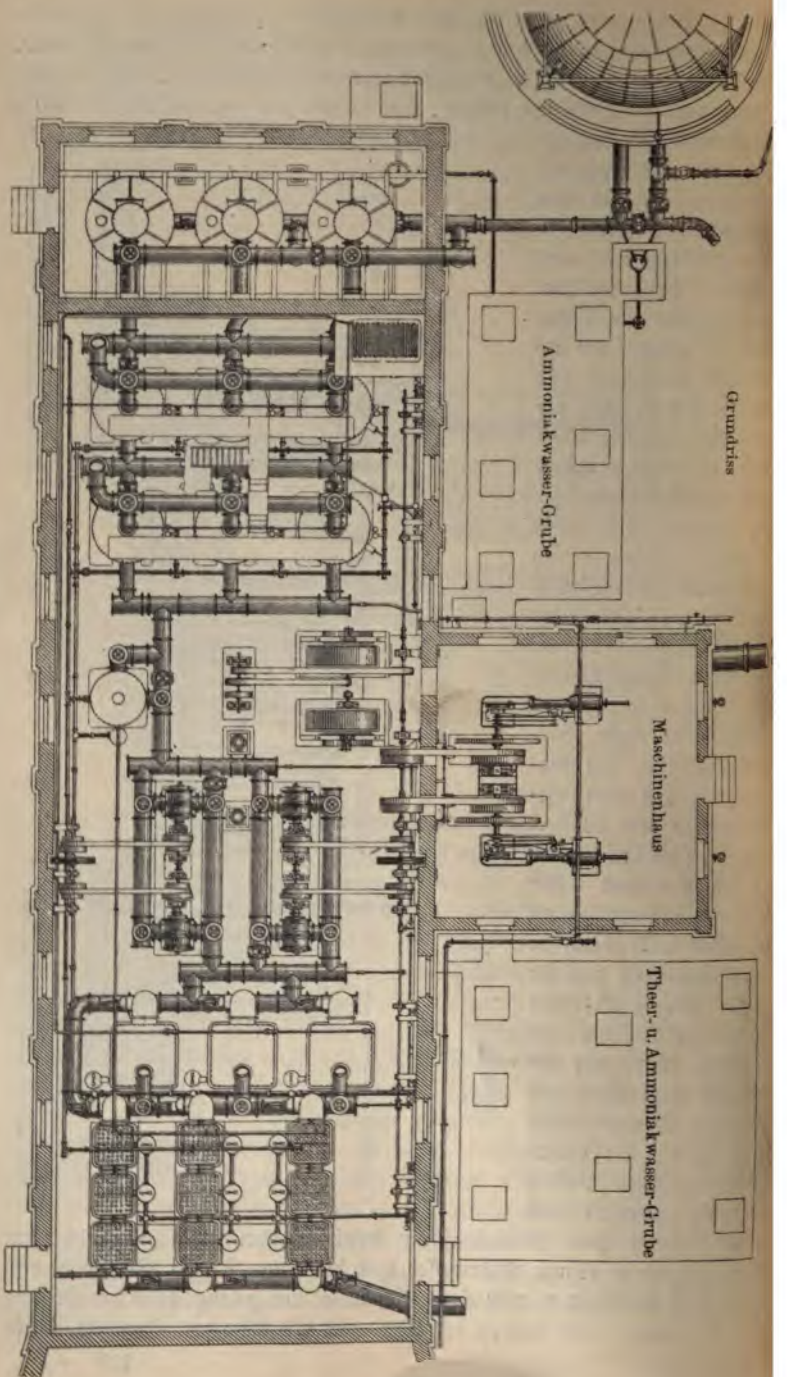



Fig. 190.
Quer-Schnitte.

m in zwei Glockenwaschern durch Waschen mit theils schwachem
, theils reinem Rührwasser noch die letzten Spuren Ammoniak ent-
n durchzieht es noch einen Gasometer und gelangt dann zur Heizung
Oefen. Die Abläufe der Kühl- und Waschapparate sammeln sich in


Grundriss
Ammoniakwasser-Grube
Maschinenhaus
Theer- u. Ammoniakwasser-Grube

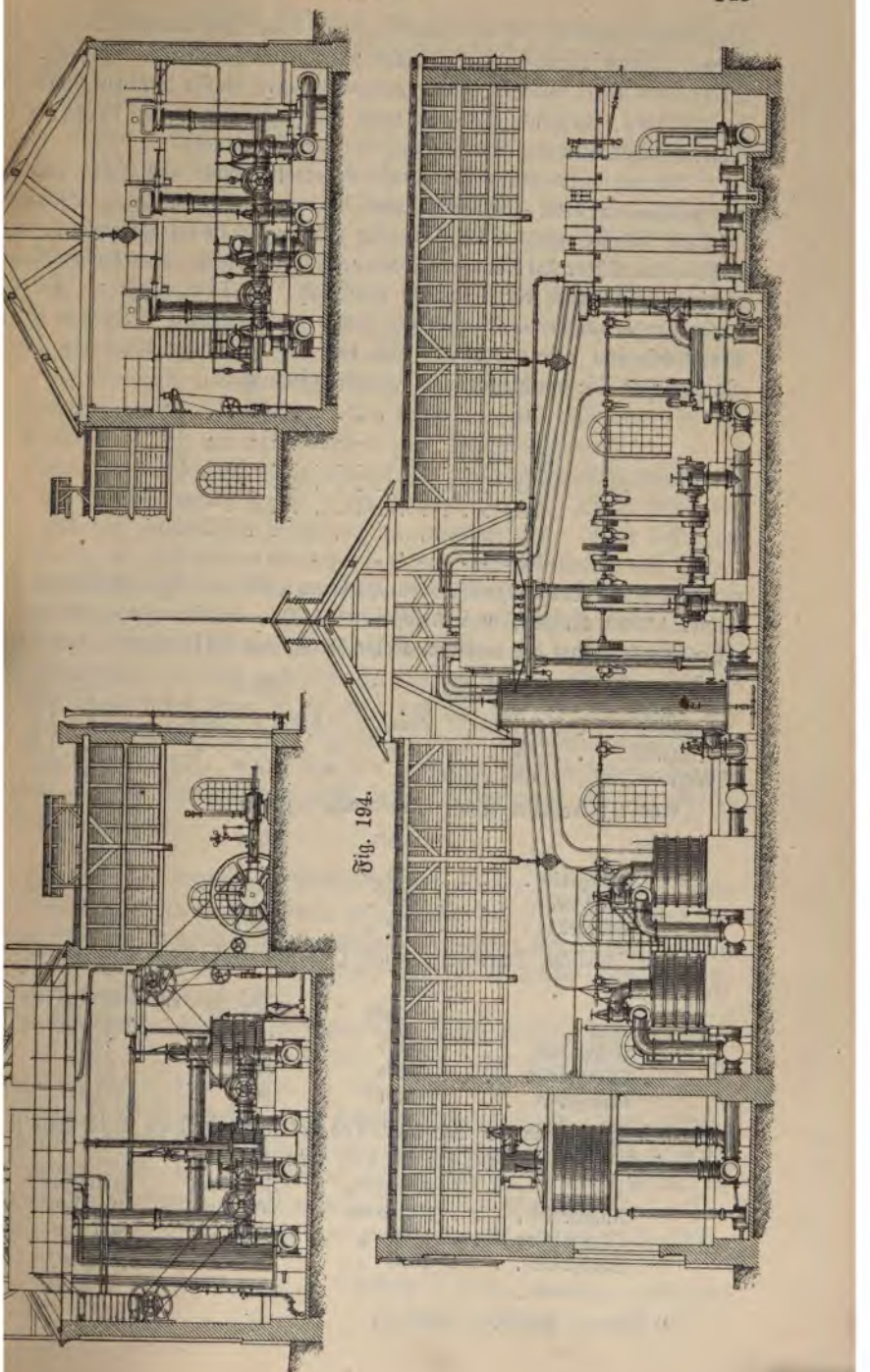


Fig. 194.

gemauerten Gruben, wo die Scheidung von Theer und Ammoniakwasser stattfindet. Durch Pumpen werden beide getrennt in Hochbehälter gebracht. Der Theer wird direct verladen. Das ammoniakärmere Wasser dient zur Berieselung der Wäschen, während das sogenannte starke Wasser in Feldmann'schen Colonnenapparaten auf Ammoniumsulfat verarbeitet wird.

Die zur Verwendung gelangende Kokskohle besteht aus Gas- und Gasflammkohle in einer Korngröße von 10 mm und darunter. Sie enthält 14 Proc. Wasser und 7 Proc. Asche, der Stickstoffgehalt beträgt etwa 1,5 Proc., wovon etwas über 50 Proc. als Salz gewonnen werden. Das Koksausbringen erreicht einschließlich der Koksasche 80 Proc., der Theer 4 Proc. Die Gasproduction beträgt etwa 30 cbm für 100 k trockene Kohle. Das Gas hat eine Leuchtkraft von etwa 12 bis 15 Hfl. bei 150 Liter und 4300 bis 4500 w Heizwerth. Die durchschnittliche Zusammensetzung ist:

| | |
|---|---|
| $CO_2$ | 2,5 |
| $C_nH_m$ | 3,5 |
| $O_2$ | 0,8 |
| $CO$ | 7,6 |
| $CH_4$ | 27,2 |
| $H_2$ | 50,0 |
| $N_2$ | 8,4 |

Nach Lürmann[1]) entgast ein Hoffmann-Otto-Ofen jährlich im Ruhrgebiet 1125 t Kohlen, in Oberschlesien 1170 t, im Saargebiet 960 t. Das Ausbringen aus der trockenen Kohle beträgt im Hoffmann-Otto-Ofen:

| | Koks | Theer | schwefelsaures Ammoniak |
|---|---|---|---|
| Ruhrgebiet | 75 bis 77 Proc. | 2,5 bis 3 Proc. | 1,1 bis 1,2 Proc. |
| Oberschlesien | 65 „ 70 „ | 4 „ 4,5 „ | 1 „ 1,25 „ |
| Saargebiet | 68 „ 72 „ | 4 „ 4,3 „ | 0,8 „ 0,9 „ |

Aus 1 t trockener Kohle werden also erzeugt:

| | Koks | Theer | schwefelsaures Ammoniak |
|---|---|---|---|
| Ruhrgebiet | 760 k | 27,5 k | 11,5 k |
| Oberschlesien | 680 „ | 42,5 „ | 12,0 „ |
| Saargebiet | 700 „ | 41,5 „ | 8,5 „ |

Die jährliche Erzeugung eines Hoffmann-Otto-Ofens beträgt dementsprechend:

| | an Koks | an Theer | an schwefelsaurem Ammoniak |
|---|---|---|---|
| Ruhrgebiet | 855 t | 31 t | 13 t |
| Oberschlesien | 800 t | 50 t | 14 t |
| Saargebiet | 675 t | 40 t | 8 t |

Die Erzeugung, der Verbrauch und der Ueberschuß an Gas stellt sich für einen Hoffmann-Otto-Ofen im Tag etwa wie folgt:

| | Erzeugung | Verbrauch | Ueberschuß |
|---|---|---|---|
| Ruhrgebiet | 1000 cbm | 600 cbm | 400 cbm |
| Oberschlesien | 1150 „ | 650 „ | 500 „ |
| Saargebiet | 1000 „ | 600 „ | 400 „ |

[1]) Fischer's Jahresber. 1892, 13.

Die neuen Otto'schen Koksöfen mit Gas-Unterfeuerung (S. 128) er-
len, bei guter Fettkohle aus einer Zeche des Gelsenkirchener Reviers, im Ofen
d Jahr:

| | | |
|---|---|---|
| | 1450 t . . . . . | Koks, |
| | 66 t . . . . . | Theer, |
| | 24 t . . . . . | Sulfat |
| und | 12 t . . . . . | Benzol. |

Die liegenden Koksöfen nach von Bauer (vgl. S. 88) werden auch mit
mischtem Betriebe ausgeführt[1]), indem nur die reichen Gase zur Gewin-
ung der Nebenproducte abgesaugt werden und die späteren ärmeren Gase
ect in die Züge gelangen. Die Gase ziehen an den Kopfenden abwärts,
nden sich unter der Sohle der Ofenzüge, ziehen dann nach aufwärts und
letzt, nachdem sie aus dem Sammelcanal Zuschuß erhalten, wieder abwärts,
n in der Ofenmitte in den Sohlcanal zu gelangen, und durch diesen in den
auptabzugscanal zu den Kesseln. Die Oefen arbeiten also beiderseits von
n Köpfen zur Mitte und haben deshalb zwei Abzugshauptcanäle.

Unter den Sohlen der Züge befindet sich zwischen den Kühlcanälen (die
nter den Ofensohlcanälen liegen) je ein Luftsammelcanal. Dieser erhält von
ußen und den Kühlcanälen frische und vorgewärmte Luft. Diese Luft steigt
rch Pfeifen, die zwischen den Verbrennungszügen liegen, aufwärts und gelangt
rch kleine Löcher zu den Gasen, welche von den Sammelcanälen in den Raum
ber den Gaszügen eintreten. An dieser Berührungsstelle von Gas und Luft
findet sich im gleichen Niveau die Kohle im Ofen. An den Stellen, wo die
erbrennungsgase von oben nach unten ziehend sich wenden, tritt die vorerhitzte
ft unten durch kleine Löcher in die Züge, und sind zum Eintritt frischer Luft
en in der Ofendecke bezw. Decke der Lufträume Luftschächtchen vorgesehen.

Die Gasüberschüsse, welche von den Gaszügen nicht verbraucht werden,
langen aus dem Sammelcanal direct in einen Quercanal und von hier zu
n Kesseln.

Pulverförmige Kohlen und Kohlenschlamm geben meist einen sehr dichten
ks, welcher zu Hüttenzwecken wenig geeignet ist. Im Allgemeinen wird eine
rngröße von 2 bis 4 mm angewendet, da größere Körner den Abbrand
ünstigen; doch giebt es auch bituminöse Kohlen, welche bei 10 mm Korn-
ße ausgezeichneten Koks geben.

Kohlen, welche durch eingesprengten Schwefelkies, Schiefer und dergleichen
hr als etwa 7 Proc. Asche enthalten, werden meist gewaschen, um den
chengehalt auf 4 bis 6 Proc. zu ermäßigen. Der Wassergehalt der
aschenen Kohle soll nach einigen Angaben bis auf 6 bis 7 Proc. entfernt
rden, von anderer Seite werden 10 Proc. Wasser für wünschenswerth gehalten.
ch Remy[2]) hat der Wassergehalt der gewaschenen Grieskohlen bei der
rkokung die Wirkung, daß die anfangs entstehenden Wasserdämpfe bei ihrer
ldung eine große Wärmemenge verbrauchen, daß also nur eine allmähliche

[1]) Stahl u. Eisen 1899, 362. — [2]) Zeitschr. f. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 90, 101.

Druckfestigkeit von Koks ist meist 120 k/qc, steigt aber selbst
:/qc.

Schwefel ist in den Kohlen als Metallsulfide (besonders $FeS_2$), als
ınd organisch gebunden vorhanden (S. 171). Schwefelkies zerfällt
tzen: $7\,Fe_7S_2 = Fe_7S_8 + 3\,S_2$. Der Schwefel kann theilweise von
en Oxyden gebunden werden, theils als solcher, als Schwefelkohlen-
ergl. (S. 176) entweichen. Bei höherer Temperatur wird das
sen[1]) zu Metall reducirt, welches einen Theil des Schwefels zurück-
rend der Rest zur Bildung der Schwefelverbindungen der Destilla-
ıcte (S. 176) beiträgt oder auch wohl von Bestandtheilen der Kohle
im Koks bleibt. Sulfate werden zu Sulfiden reducirt. Der orga-
ınbene Schwefel entweicht zum Theil in Form verschiedener Ver-
, ein wesentlicher, meist der weitaus größte Theil bleibt im Koks
Daher enthält der Koks zuweilen procentisch mehr Schwefel als die
:te Kohle. So fand z. B. John[2]):

| ct der Kohle | Kohle | | | | | Koks | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wasser | Asche | Ges.-Schwefel | S in der Asche | Koks-ausbringen | Asche | Ges.-Schwefel | S in Asche | Procentsatz d. verbrennl. S, der im Koks zurückbleibt |
| | Proc. | Proc. | Proc. | Proc. | Proc. | Proc. | Proc. | Proc. | Proc. |
| Kohle . . . . . | 0,90 | 4,80 | 1,17 | 0,12 | 84,31 | 7,49 | 1,07 | 0,11 | 77,14 |
| „ . . . . . | 7,40 | 8,45 | 0,53 | 0,02 | 61,00 | 15,45 | 0,60 | 0,02 | 68,63 |
| Gruben . . . . | 1,85 | 4,04 | 0,85 | 0,03 | 64,82 | 7,62 | 0,92 | 0,07 | 67,07 |
| Zieglerschacht) . | 8,45 | 10,45 | 1,06 | 0,04 | 57,60 | 18,78 | 1,18 | 0,04 | 64,71 |
| (gew. Kohle) . | 14,70 | 4,45 | 0,76 | 0,01 | 58,80 | 7,59 | 0,83 | 0,01 | 64,00 |
| gen Gottes . . | 0,65 | 3,80 | 4,00 | 0,10 | 73,76 | 5,93 | 3,37 | 0,12 | 61,31 |
| , Segengrube . | 2,20 | 3,35 | 0,98 | 0,24 | 63,20 | 3,89 | 1,00 | 0,31 | 59,46 |
| henreiche Kohle . | 0,60 | 16,25 | 4,14 | 0,90 | 73,56 | 25,49 | 3,96 | 1,37 | 58,64 |
| räfl. Wilczek'sche . . . . . | 1,95 | 6,22 | 0,84 | 0,27 | 65,22 | 9,28 | 0,79 | 0,29 | 57,89 |
| Zilthal) . . . . | 1,80 | 6,70 | 4,66 | 0,49 | 71,40 | 11,85 | 3,90 | 0,64 | 55,88 |
| . . . . . | 15,10 | 12,55 | 7,86 | 0,79 | 53,79 | 22,18 | 7,25 | 1,15 | 46,39 |
| Gran) . . . . | 13,81 | 5,10 | 7,63 | 0,50 | 51,36 | 11,03 | 6,40 | 0,92 | 39,41 |
| Radostin bei D . . . . . | 14,50 | 1,45 | 0,19 | 0,04 | 30,30 | 4,73 | 0,26 | 0,11 | 33,33 |
| e Braunkohle . | 25,90 | 14,30 | 3,14 | 1,49 | 39,22 | 36,75 | 3,85 | 2,53 | 31,52 |

der Schwefel, so ist auch der Phosphor im Koks besonders für
en wesentlich bezw. schädlich. Nach Carnot[3]) enthält englische

---

[1]) Die Entschwefelung des Koks beim Ablöschen nach $FeS + H_2O = FeO + H_2S$
ıg, daß sie praktisch bedeutungslos ist. — [2]) Verhandl. d. geolog. Reichs-
98. — [3]) Compt. rend. 99, 154.

englische Kannelkohle 0,019 bis 0,028 Proc. Phosphor, französische 0,0
0,042 Proc., Commentrykohle mit 3,8 Proc. Asche nur 0,003 Proc.
phor, aber solche mit 10,5 Proc. Asche 0,008 15 Proc. Phosphor. R
fand sogar bis 1 Proc. Phosphorsäure in Kohlen, Creath bis 0,17
Jensch in der Asche oberschlesischer Kohlen 0,23 bis 1,48 Proc. Pho
säure (Bd. I, S. 549).

Koks enthält je nach der Beschaffenheit der Kohlen und der Art de
kokung noch etwa 0,2 bis 2 Proc. Wasserstoff und 0,2 bis 5 Proc. S
stoff; je höher die angewandte Temperatur ist und je länger sie einwirk
so geringer wird dieser Gehalt. Beim stärksten Erhitzen entweicht
Parry[1]) besonders Wasserstoff, weniger Kohlensäure und Kohlenoxyd.
lassen sich aber Wasserstoff und Sauerstoff durch Glühen nicht entferne
ein kleiner Theil der letzten Destillationsproducte in den Poren zurückge
wird und der Koks selbst mehr oder weniger feuerbeständige feste Kohle
verbindungen enthält.

Zu den bereits S. 101 und 147 angegebenen Koksanalysen n
noch folgende angeführt werden:

Koks aus Mirošchauer Kohlen (Friedrichshütte)[2]).

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Kohlenstoff . . . . | 83,64 | Proc. | Schwefel . . . | 1,00—1,2 | Proc. |
| Wasserstoff . . . . | 0,99 | „ | Asche . . . . . | 9,00—9,5 | „ |
| Sauerstoff . . . . | 3,85 | „ | Wasser . . . . | 1,32 | „ |

Analyse der Koksasche, Mittel.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ . . . . . | 52,98 | Proc. | CaO . . . . . | 2,29 | Proc. |
| $Al_2O_3$ . . . . . | 31,25 | „ | MgO . . . . . | 0,95 | „ |
| $Fe_2O_3$ . . . . . | 11,92 | „ | $SO_3$ . . . . . | 0,60 | „ |

Steinkohle und Koks von Carmaux.

| | Steinkohle | Koks |
|---|---|---|
| Wasser . . . . . | 0,92 | 0,45 |
| Kohlenstoff . . . . . | 81,95 | 93,13 |
| Wasserstoff . . . . . | 4,70 | 0,15 |
| Sauerstoff . . . . . | 7,10 | 0,20 |
| Stickstoff . . . . . | 0,95 | — |
| Schwefel . . . . . | 0,09 | 0,04 |
| Chlor . . . . . | 0,06 | Spur |
| Phosphorsäure . . . . . | Spur | Spur |
| Kieselsäure . . . . . | 2,34 | 2,95 |
| Aluminiumoxyd . . . . . | 1,95 | 1,89 |
| Eisenoxyd . . . . . | 0,65 | 0,80 |
| Kalk . . . . . | 0,20 | 0,14 |
| Magnesia . . . . . | Spur | 0,01 |
| Kali . . . . . | 0,19 | 0,09 |
| Natron . . . . . | 0,10 | 0,06 |
| Koks . . . . . | 70,60 | |
| Flüchtige Bestandtheile . . . | 24,10 | |
| Asche . . . . . | 5,30 | |

[1]) Wagner's Jahresber. 1872, 896. — [2]) Fischer's Jahresber. 1884, 92; 189

Der Aschengehalt[1]) des Koks entspricht dem der verwendeten Kohlen (s. I, S. 548), nur ist der procentische Gehalt der Gewichtsverminderung im Verkoken entsprechend größer, da nur ein verhältnißmäßig geringer Theil der unorganischen Kohlenbestandtheile beim Entgasen im Koksofen gas- oder dampfförmig fortgeführt wird. Dementsprechend setzen sich in den Flammröhren und Zugcanälen der mit Koksofengasen geheizten Dampfkessel geringe Mengen Flugstaub ab. Platz[2]) untersuchte den an den heißeren Theilen abgesetzten gelben und den an dem kälteren Theile, besonders am Kessel selbst abgelagerten weißen Staub:

| Gelb | | | Weiß | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $ZnO$ | 58,43 | Proc. | $ZnSO_4$ | 63,01 | Proc. |
| $PbSO_4$ | 4,24 | „ | $PbSO_4$ | 11,23 | „ |
| $CaO$ | 1,12 | „ | $K_2SO_4$ | 4,82 | „ |
| $MgO$ | 0,75 | „ | $Na_2SO_4$ | 5,54 | „ |
| $Al_2O_3$ | 8,40 | „ | $Fe_2(SO_4)_3$ | 12,22 | „ |
| $Fe_2O_3$ | 5,49 | „ | Unlösl. | 1,62 | „ |
| $SiO_2$ | 17,78 | „ | | | |

In den Zügen eines mit Koksgasen geheizten Kessels zu Zaukeroda setzte sich nach Schulze[3]) ein Absatz folgender Zusammensetzung gebildet:

| | | |
|---|---|---|
| Schwefelsaures Zink | 58,41 | Proc. |
| „ Blei | 20,86 | „ |
| „ Thallium | 0,57 | „ |
| „ Cadmium | 2,60 | „ |
| „ Eisen(oxyd) | 2,24 | „ |
| Eisenoxyd | 0,92 | „ |
| Schwefelsaures Calcium | 0,42 | „ |
| „ Lithium | 0,72 | „ |
| „ Natrium | 0,65 | „ |
| „ Kalium | 2,08 | „ |
| Wasser | 8,37 | „ |
| Unlösl. Rückstand (Kohle, Mörtel) | 2,50 | „ |

Jensch (Bd. I, S. 549) fand in der Asche oberschlesischer Steinkohlen bis 1,12 Proc. Zinkoxyd, 0,08 Proc. Bleioxyd, 0,005 Proc. Cadmiumoxyd.

Steinkohlen und Koks aus den verschiedensten Förderstätten des westfälischen Steinkohlengebietes enthalten nach Platz[4]) Kupfer, und zwar enthielten 12 Monatssammelproben von Kohlen und Koksaschen 0,016 bis 0,054 Proc., im Durchschnitt 0,032 Proc. Kupfer. Da alles Kupfer, welches in Thon und Brennstoff enthalten, sich im Roheisen wiederfindet, so muß bei einem Verbrauche von 1 t Koks auf 1 t Roheisen und bei 10 Proc.

---

[1]) Untersuchung der Brennstoffe mit Röntgen-Strahlen vom Verf. hat, daß, entgegen den Angaben von Haskins (Eng. Min. 66, Nr. 1), durch die Untersuchung von Holz, Torf, Braunkohle, Steinkohle und Koks mit Röntgen-Strahlen der Aschengehalt nicht bestimmt werden kann. Noch weniger kann daran gedacht werden, den Brennwerth auf diese Weise zu bestimmen (Fischer's Jahresber. 1889, 6). — [2]) Stahl u. Eisen 1889, 755. — [3]) Fischer's Jahresber. 1886, 791. — Stahl u. Eisen 1887, 258.

Asche im Koks diese den Kupfergehalt des Eisens um 0,0032 Proc. erhöhen, kommt also praktisch nicht in Betracht.

Einige Aschen enthalten auch geringe Mengen Nickel, Arsen, Lithium und dergleichen (Bd. I, S. 549).

Beachtenswerth ist das Verhalten der Aschebestandtheile gegen die feuerfesten Steine der Koksöfen, Generatoren u. dergl. So beobachtete Otto[1]) die Zerstörung der Seitenwände eines Koksofens durch den steigenden Kochsalzgehalt der Kohlenbeschickung. Auf einer Zeche in Westfalen zeigte sich bei neu erbauten Koksöfen bereits nach mehrmonatlichem Betriebe eine starke Abnutzung der Seitenwände, daß der Kokskuchen nicht mehr gedrückt werden konnte, und es war eine Erneuerung der Seitenwände nothwendig. Beim Abbruche der Seitenwände stellte es sich heraus, daß die inneren Zonen derselben eine vollständige Kochsalzglasur hatten. Eine Untersuchung der Seitenwandsteine der Koksöfen ergab, daß der den Kohlen zunächst gelegene Theil der Steine bis zu 7 Proc. Natron enthielt. Weitere Prüfungen ergaben, daß das zum Waschen der Kohlen verwendete Grubenwasser einen starken Kochsalzgehalt hatte, daß mit jeder Kohlenbeschickung bis zu 14 k Kochsalz in den Ofen gekommen waren. Die Zerstörung war offenbar in der Weise vor sich gegangen, daß das Kochsalz sich bei Gegenwart von Wasser in Natron und Salzsäure zersetzt hatte. Das Natron verband sich mit den Silicaten der Steine und die Salzsäure entwich mit den übrigen Kohlengasen. In der That wies die Analyse einen bedeutenden Salzsäuregehalt der entweichenden Gase nach. Durch die fortgesetzt neu beschickten Kochsalzmengen fand eine bedeutende Anreicherung der der Kohlenbeschickung zunächst liegenden Steintheile statt, diese wurden schließlich so leichtflüssig, daß sie die in dem Ofen herrschende Temperatur nicht mehr aushielten und schmolzen.

Basische Schlacken greifen Quarzsteine an, welche sich aber sauren Schlacken gegenüber widerstandsfähig zeigen[2]). In Generatoren verbrannter Koks gaben z. B. 11,9 Proc. Asche folgender Zusammensetzung:

| | Asche | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | In Wasser lösl. | | Gesammt | | Schlacke | |
| Kieselsäure | — | Proc. | 47,91 | Proc. | 62,95 | Proc. |
| Thonerde | — | „ | 30,17 | „ | 25,23 | „ |
| Eisenoxyd | — | „ | 12,16 | „ | — | „ |
| Eisenoxydul | — | „ | — | „ | 3,12 | „ |
| Manganoxyd | — | „ | 0,38 | „ | — | „ |
| Manganoxydul | — | „ | — | „ | 0,28 | „ |
| Kalk | 0,24 | „ | 1,41 | „ | 0,46 | „ |
| Magnesia | 0,41 | „ | 1,22 | „ | 0,92 | „ |
| Natron | 0,20 | „ | 2,60 | „ | 0,82 | „ |
| Kali | 0,26 | „ | 3,34 | „ | 3,51 | „ |
| Schwefelsäure | 0,84 | „ | 0,82 | „ | — | „ |
| Phosphorsäure | — | „ | — | „ | 0,55 | „ |
| Eisen | — | „ | — | „ | 0,09 | „ |
| Schwefeleisen | — | „ | — | „ | 0,04 | „ |

[1]) Thonindustriezig. 1885, 102. — [2]) Fischer's Jahresber. 1881, 502; 1884, 684; 1885, 590.

Der wäſſerige Abzug ſtellt ein baſiſches Gemenge von Sulfaten dar, das ckbleibende Silicat entſpricht der Formel: $2\,RSiO_3 . 5\,Al_2Si_2O_7 . 2\,SiO_2$, :end die Analyſe der abfließenden ſchwärzlichen ſtrengflüſſigen Schlacke zur nel $2\,RSiO_3 . 3\,Al_2Si_3O_9 . 2\,SiO_2$ führt. Die Schlacke enthielt kleine eln von metalliſchem Eiſen eingeſprengt. Im Generator iſt ſomit ein Theil Eiſens aus der Aſche zu Metall reducirt, die Sulfate von Calcium und gneſium ſind verflüchtigt oder verſtäubt, die Alkalien verſchlackt. Die ) Proc. Kieſelſäure enthaltenden Schamotteſteine wurden von dieſer ſauren lacke nur wenig angegriffen.

Die erſten Verſuche, Kohlen „abzuſchwefeln“, d. h. zu verkoken, wurden :its im 16. Jahrhundert am Meißner gemacht; 1584 empfahl Herzog lius von Braunſchweig das Verkoken der Steinkohlen, ebenſo Stumpfelt Anhaltiſchen. In England verſuchten Procter und Peterſon (1589) ) Dudley das Verkoken der Steinkohlen (coking)[1]). Techniſch wichtig rde die Kokerei erſt am Ende des 18. Jahrhunderts durch Verwendung von ks im Hüttenweſen. Ausſchließliche Verwendung von Koks in Hochöfen bet in Deutſchland erſt ſeit 1847 ſtatt. Bedeutende Koksmengen wurden m für die Locomotivheizung verwendet, während jetzt der weitaus größte eil des erzeugten Koks von den Hütten verwendet wird. Dementſprechend igert ſich die Koksproduction beſonders ſeit 1870, wie folgende Angaben über Kokserzeugung der Ruhrkohlenzechen (vgl. Bd. I, S. 460) zeigen:

| Jahr | Kokserzeugung | Jahr | Kokserzeugung |
|---|---|---|---|
| 1820 . . . . . | 4 000 t | 1860 . . . . . | 197 555 t |
| 1830 . . . . . | 6 000 „ | 1870 . . . . . | 341 033 „ |
| 1840 . . . . . | 16 000 „ | 1880 . . . . . | 2 280 000 „ |
| 1850 . . . . . | 73 112 „ | 1885 . . . . . | 2 826 697 „ |

Sodann·

| | 1880 t | 1895 t | 1897 t |
|---|---|---|---|
| rkohlenzechen . . . . . | 4 187 780 | 5 562 503 | 6 871 557 |
| rſchleſien einſchl. Hütten . . . . | 1 065 335 | 1 113 706 | 1 399 327 |
| erſchleſien . . . . . | 254 178 | 427 409 | 424 385 |
| r . . . . . | 557 353 | 713 047 | 820 735 |
| grevier Aachen . . . . . | 246 923 | 286 878 | 336 726 |
| rnkirchen . . . . . | 23 888 | 27 152 | 30 500 |
| ſen . . . . . | 76 063 | 70 449 | 77 500 |
| | 6 411 520 | 8 201 144 | 9 960 740 [2]) |

[1]) Beck, Geſchichte d. Eiſens, Bd. II, S. 752, 784 u. 1268; Bd. III, S. 306 28. — [2]) In dieſen Zahlen ſind diejenigen Mengen Koks, welche auf den nordſchen (Kraft, Georgs-Marien-Hütte, Ilſede, Cainsdorf) und rheiniſch-weſtfäliſchen lenwerken ſelbſt gebrannt werden, ſowie die Kolserzeugung auf den verſchiedenen entfabriken u. ſ. w., nicht inbegriffen. Rechnet man dieſe für den eigenen Bedarf ende und deshalb in officiellen Berichten fehlende Kokserzeugung zu den vor-

Inzwischen ist die Kokserzeugung noch weiter gestiegen, so daß die Gesammterzeugung im Jahre 1899 rund 15 Millionen Tonnen betrug. Davon in Oefen ohne Gewinnung der Nebenproducte etwa 8 700 000 t, und 6 300 000 t mit Gewinnung von etwa 29 000 t Theer und 80 000 t Ammonsulfat.

Die Koks-Einfuhr und -Ausfuhr Deutschlands betrug:

| | Einfuhr | | Ausfuhr | |
|---|---|---|---|---|
| | Menge | Werth (1000 Mk.) | Menge | Werth (1000 Mk.) |
| 1897 . . . . . | 435 161 t | 7 765 | 2 161 864 t | 36 635 |
| 1898 . . . . . | 332 578 „ | 6 710 | 2 138 180 „ | 40 791 |
| 1899 . . . . . | 462 577 „ | 10 351 | 2 137 985 „ | 45 962 |

Die anfänglich verwendeten Meiler und Schaumburger Oefen wurden verlassen, als vor 30 Jahren die Coppé-Oefen (S. 84) eingeführt wurden, welche bei erheblich größerem Ausbringen die Verwendung der Abhitze zur Dampfkesselheizung ermöglichen. Ein weiterer wesentlicher Fortschritt war die 1882 erfolgte Einführung der Gewinnung von Theer und Ammoniak und 1887 die Anlagen von Brunck zur Benzolgewinnung durch Theeröle [1]). Nach Wiechell [2]) waren in Deutschland Ende 1899 schon 2505 Otto-Hoffmann-Oefen mit Gewinnung der Nebenproducte im Betriebe, davon 759 nach Pat. Nr. 88 200 (S. 128), welche besonders gelobt werden; die Anlage solcher Ofen liefert jährlich 1500 t Koks. Ferner 97 Semet-Solvay-Oefen (S. 102), welche besonders in Belgien verbreitet sind. In Westfalen sind auch Koksöfen von Brunck (S. 113) im Betriebe [3]).

Bedauerlich sind die großen Preisschwankungen der Nebenproducte, 100 kg kosteten Mark:

| | 1885 | 1890 | 1895 | 1898 |
|---|---|---|---|---|
| Theer . . . . . | 4,5 | 3,6 | 2,7 | 7 |
| Sulfat . . . . . | 24 | 24 | 20 | 16 |
| Benzol . . . . . | 75 | 63 | 25 | 27 |

Die Herstellungskosten von Koks [4]) betrugen in Westfalen (1896):

| | | |
|---|---|---|
| Löhne und Meistergehalt . . . . . | 64 | Pfennig |
| Materialien . . . . . | 10 | „ |
| Reparaturen (Unterhaltung) . . . . . | 5 | „ |
| Krankengeld, Unfallversicherung, Steuern . | 2,5 | „ |
| Generalkosten (Antheil) . . . . . | 0,5 | „ |
| Amortisation . . . . . | 20 | „ |
| Also insgesammt f. d. Tonne Koks | 102 | Pfennig |

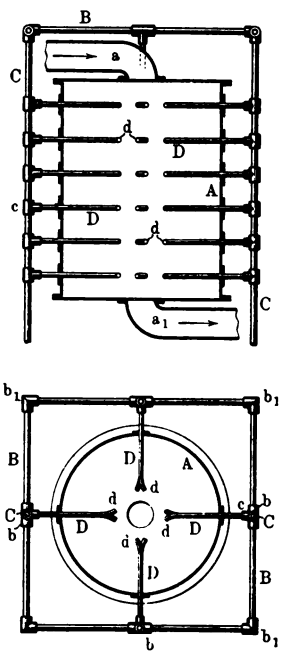
stehenden Ergebnissen hinzu, und zwar nach mäßiger Schätzung mit 2 Millionen Tonnen, so stellt sich Deutschlands Kokserzeugung für das Jahr 1897 auf rund 12 Millionen Tonnen (Stahl u. Eisen 1898, 641).

[1]) 120 Oefen der Anlage „Minister Stein" sollen jährlich 250 000 bis 260 000 t Kohlen mit 10 bis 12 Proc. Wasser verkoken und 2800 bis 2900 t Ammonsulfat und 7500 bis 7800 t Theer liefern. Ferner sind im Gebrauch Oefen von Hüssener (S. 96 u. 116), Röchling (S. 89), Appolt (S. 68), Coppée (S. 84), Ruppert (S. 114), Collin (S. 75 u. 103), Wintzek (S. 93), Herbert (S. 109), Bauer (S. 82 u. 88) und Andere. Neuanlagen werden fast durchweg mit Gewinnung der Nebenproducte eingerichtet. — [2]) Journ. f. Gasbel. 1900, 438. — [3]) Stahl u. Eisen 1900, 691. — [4]) Das. 1896, 669.

Da der Theer nur einen sehr kleinen Theil des thatsächlich gebildeten
:nzols enthält (S. 107), während das übrige im Gase bleibt, so wurde schon
versucht, Benzol aus dem Leuchtgase zu gewinnen, wodurch dieses natürlich
sentlich verschlechtert würde, so daß diese Verfahren nur bei sehr hohen
enzolpreisen ausführbar waren. Vogel[1]) versuchte hierfür Rüböl, Caro,
lemm u. Engelhorn (Engl. Pat. 1869) Erdöl, Paraffinöl, fette Oele, und
stillirten Benzol und Toluol ab. Für Koksofengase scheint dieses zuerst[2])
n Carves als Patent vorgeschlagen zu sein; nach dessen englischem Patent
m 3. December 1884 werden, nachdem die Koksofengase zur Gewinnung
n Theer und Ammoniakwasser in bekannter Weise behandelt worden sind,
:selben in Scrubbern mit schweren Theerölen gewaschen; die leichten Kohlen-
sserstoffe werden absorbirt und dann durch Destillation von den schweren
eerölen getrennt. — Die praktische Ausführung ist aber jedenfalls wesentlich
rch deutsche Unternehmer gefördert.

Im Anschluß an die Mittheilungen S. 133, 138 und 144 ist das Ver-
hren von Hirzel noch besonders zu erwähnen. Dessen Absorptionsapparat
D. R.-P. Nr. 96228) besteht aus einem
efäße *A* (Fig. 195 und Fig. 196), durch
elches in langsamer Bewegung die Gase
en durch den Rohrstutzen *a* ein- und
uten durch den Rohrstutzen $a^1$ austreten.
eispielsweise sind in dem Gefäße sechs
üsensysteme zu vier Düsen *D* angenom-
en, deren Düsenenden *d* bei jedem Sy-
:me abwechselnd eine andere Tangential-
ebrichtung haben, so daß die durchströmen-
n Gase durch jedes System abwechselnd
eine entgegengesetzt rotirende Bewegung
:rsetzt werden. Bei der abgebildeten Con-
cuction ist angenommen, daß die Flüssig-
itszuleitungsrohre *B* und *C* mittelst Kreuz-
nd Winkelstücken *b* $b^1$ bezw. *c* mit den
üsenrohren *D* verbunden sind. Die Rich-
ung der Düsenenden *d* ist derart, daß der
rstäubte Strahl einer jeden Düse seit-
ärts in den Strahl der nächstliegenden
üse rechts oder links, ihn am geeignetsten
ukrecht schneidend, einströmt und ihn von
iner radialen Richtung ablenkt. Dadurch
ntsteht eine Bewegung der zerstäubten

Fig. 195.




[1]) Dingler's Polyt. Journ. (1859) 153, 464. — [2]) Nach anderen Angaben Stahl u. Eisen 1885, 309) soll das Waschen der Koksofengase mit Oelen zur Benzolgewinnung zuerst in Terrenoire eingeführt sein. Die Redaction bemerkt dazu: „Die Gewinnung von Benzol ist von Dr. Otto auf Zeche Holland bei Wattenscheid schon seit längerer Zeit eingeführt."

Flüssigkeit im Sinne einer Rotation. Da die Düsenendenrichtung bei jedem nachfolgenden Systeme entgegengesetzt ist, wird die Rotation bei jedem Düsensysteme umgekehrt und dadurch eine ungemein innige Mengung von Gasen und Flüssigkeiten erzielt.

Das von Theer und Ammoniak befreite Gas tritt in einen solchen Düsenwascher, in welchen das Waschöl durch 200 bis 400 Düsen eingespritzt wird, und so das Benzol rasch aufnimmt. Das Gas kann dann noch durch einen Glockenwascher und einen Hordenwascher (mit Holzhorden oder Drahtsieben) geführt werden, welche ebenfalls mit Waschöl berieselt werden. Das verwandte Steinkohlentheeröl soll zwischen 240 bis 320° übergehen. Die Absorption soll möglichst zwischen 15 bis 20° stattfinden; das Waschöl nimmt dann bis 10 Proc. Rohbenzol auf; über 25° nimmt die Absorptionsfähigkeit ab.

Nach Mittheilung von Hirzel[1]) sammelt sich das Waschöl in dem Sammelbehälter $G_3$ (Fig. 196) und wird durch Pumpe $p$ ununterbrochen durch Rohr $k$ in den Behälter $H$ gehoben. Von hier fließt es ununterbrochen durch Rohr $h$ in den Doppelvorwärmer $JJ_1$, dessen unterer Theil durch die aus der Colonne $K$ abgehenden Dämpfe und der obere Theil durch directen Dampf geheizt wird. Das heiße Oel fließt nun durch Rohr $h_1 h_2$ in die Destillircolonne $K$, deren einzelne Becken mit je einer Dampfschlange versehen ist, um das Oel auf 110 bis 115° zu erhalten, während von unten ein schwacher Strom Wasserdampf aufsteigt. Das Benzol-Dampfgemisch entweicht durch Rohr $h_3$ und Vorwärmer $J$ in den Kühler $M$. Das verflüssigte Benzol und Wasser fließen in den mit Dunstrohr $m$ versehenen Scheidekasten $N$; das Wasser fließt durch Rohr $n$ ab, das Rohbenzol durch $n_2$ in den Sammelbehälter $O$. Eine solche Destillircolonne von 1 m Durchmesser soll in 24 Stunden 60 cbm gesättigtes Waschöl abtreiben. Wird die Colonnentemperatur bei 115° durchgeführt, so erhält man in $O$ 50 procentiges Rohbenzol[2]). Das von Benzol befreite Waschöl fließt durch Rohr $o$ und die Kühler $P$, $P_1$, $P_2$ in den Oelbehälter $G$, um von hieraus wieder in den Düsenwascher u. s. w. geführt zu werden.

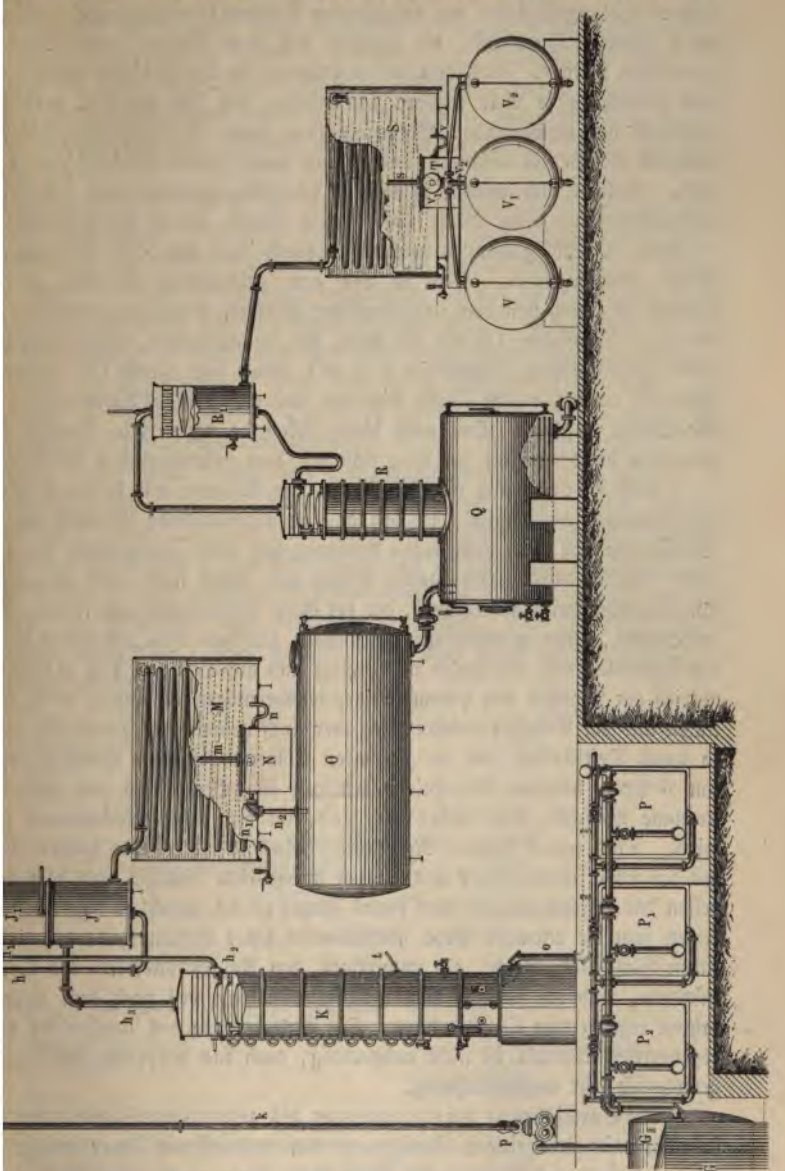
Um das erhaltene Rohbenzol zu 90 procentigem Benzol zu rectificiren, läßt man aus $O$ eine entsprechende Füllung in die Dampfrectificirblase $Q$ fließen, welche mit Colonnenaufsatz $R$ und Dephlegmator $R_1$ versehen ist. Aus dem Kühler $S$ fließen nebst etwas Wasser erst „Vorlauf", dann 90 procentiges Benzol, schließlich Nachlauf (Toluol u. dergl.) in den mit Dunstrohr $s$ versehenen Scheidekasten $T$, aus welchem das Wasser durch Rohr $v$ abfließt, während die Destillate, bei $v_1$ sichtbar, je nach der Stellung des Dreiweghahnes bei $v_2$ von einander getrennt, z. B. der Vorlauf in der Vorlage $V$, das 90procentige Benzol in $V_1$, der Nachlauf in $V_2$ aufgefangen werden. Das Verfahren ist in 12 Anlagen im Betriebe.

Hirzel (D. R.-P. Nr. 112452; ausgegeb. 23. Juni 1900) berichtet ferner, daß das zur Benzolabsorption aus den Koksgasen dienende Waschöl gewöhn-

---

[1]) G. Lunge, Die Industrie des Steinkohlentheers. 4. Aufl. von H. Köhler (Braunschweig, Fr. Vieweg u. Sohn) 1900, S. 59. — [2]) Vergl. Fischer's Jahresbericht 1898, 13.

einer Mischung von Steinkohlentheerölen besteht, von denen beim
en über freiem Feuer etwa 86 Proc. zwischen 180 bis 309° über-



ährend etwa 14 Proc. als erstarrender Rückstand verbleiben. Obschon
Koksgase behufs ihrer Befreiung von den sie begleitenden theerigen
moniakalischen Beimischungen zunächst eine Reihe von Condensations-

und Wasserwaschapparaten durchziehen müssen, bevor sie mit dem Waschöl in Berührung kommen, enthalten sie immer noch (je nach der mehr oder weniger großen Leistungsfähigkeit der aufgestellten Condensationsapparate) weniger oder mehr schwere Theertheile, die zugleich mit dem Benzol vom Waschöl aufgenommen werden. In Folge dessen gelangen in das Waschöl durch die Koksgase allmählich so viele schwere Theertheile, daß sich das Oel verdickt, entsprechend der zunehmenden Verunreinigung beim Gebrauche an Absorptionsfähigkeit für Benzol abnimmt und endlich durch frisches Waschöl ersetzt werden muß. Solches unbrauchbar gewordene Waschöl regenerirt man zur Zeit durch Destillation aus einer Blase über freiem Feuer, wobei als Destillat 50 bis 70 Proc. Theeröl gewonnen werden, während man den Rest als Pech aus der Blase abblasen kann. Das so aus dem gebrauchten Waschöl abdestillirte Theeröl ist jedoch von dem ursprünglichen Waschöl wesentlich verschieden, indem es außer Naphtalin 10 bis 20 Proc. der hochsiedenden, festen Theerbestandtheile (Phenanthren, Anthracen u. s. w.), sowie fast ebenso viel schweres Anthracenöl enthält, welche Stoffe kein oder nur ein geringes Absorptionsvermögen für Benzol besitzen. Das nach dieser Methode regenerirte Waschöl ist also bedeutend minderwerthig im Vergleiche mit dem ursprünglichen Waschöl.

Nach Hirzel sind nun die Becken der Colonne mit kräftiger wirkenden Heizschlangen ausgestattet, so daß das zu regenerirende Waschöl bei seinem Durchgange von oben nach unten durchweg auf einer Temperatur von 150 bis 160° erhalten wird. Gleichzeitig strömt von unten nach oben etwas directer Wasserdampf durch die Colonne, der bei dieser Temperatur alle in dem Waschöl enthaltenen, unter gewöhnlichen Umständen zwischen 180 und 300° destillirenden Theeröle nebst Naphtalin verflüchtigt und als Destillat, d. h. als Gesammtabtrieb ein Waschöl von hohem Absorptionsvermögen gewonnen wird, während unten aus der Colonne weiches Pech oder auch präparirter Theer abgeht. Das so durch Destillation aus der heizbaren Colonne destillirte Waschöl besitzt ein um 6 Proc. höheres Absorptionsvermögen für Benzol als das ursprüngliche normale Waschöl, wie solches zur Zeit von den Theerdestillationen geliefert wird. Trotz seines höheren Naphtalingehaltes besitzt es eine höhere Viscosität als das über freiem Feuer aus Blasen abdestillirte Waschöl und hält in Folge dessen das durchströmende Gas etwas länger zurück, wäscht es daher besser, auch fehlen ihm die etwa 14 Proc. hochsiedender fester Bestandtheile des ursprünglichen Waschöles, welche, als unwirksam, den Absorptionswerth des Oeles vermindern, wodurch sich die höhere Absorptionskraft des nach dem neuen Verfahren regenerirten Oeles erklärt. Die Ausscheidung des Naphtalins aus dem regenerirten Waschöl ist nicht nothwendig, auch das ursprüngliche Waschöl ist gewöhnlich sehr naphtalinhaltig.

Die Durchführung der Regenerirung des gebrauchten Waschöls der Benzolfabriken mit gleichzeitiger Gewinnung von präparirtem Theer erfolgt in der Weise, daß man das gebrauchte Waschöl die Colonne schneller, d. h. so schnell durchfließen läßt, daß nur ein Theil der darin enthaltenen destillirbaren Oele überdestillirt und als regenerirtes Waschöl gesammelt wird, während ein Theil der destillirbaren Oele zurückbleibt und, mit dem Weichpech vermischt, unten

er Colonne abgeht, durch welche Beimischung das Weichpech flüssig bleibt als sogenannter präparirter Theer verwendbar ist. Hat man z. B. ein uchtes Waschöl zu regeneriren, das bei voller Destillation etwa 50 Proc. erirtes Waschöl und 50 Proc. Weichpech liefert, so müßte man, um aus a Waschöl präparirten Theer zu gewinnen, die Destillation so leiten, daß etwa 15 Proc. regenerirtes Waschöl abdestillirt werden, dagegen aber roc. präparirter Theer unten aus der Colonne abgehen. Hierbei kann die Temperatur der Colonne etwas niedriger halten, jedoch am besten unter 140°.

Heinzerling (D. R.-P. Nr. 66644) will das Benzol durch Abkühlung Gase gewinnen[1]). Darnach werden die von dem Waschcr kommenden Gase durch eine Pumpe auf 3 bis 3,5 Atm. comprimirt, dann in Wasser- n auf + 10 bis 12° indirect vorgekühlt, hierauf in Röhrenkühlern im ßten Zustande durch die rückströmenden Gase weiter auf — 30 bis — 40° lt und alsdann in einem oder auch ohne einen Arbeitscylinder expandiren . Bei der Expansion der Gase sinkt deren Temperatur um weitere 30 0° auf — 70 bis — 80°. Hierbei ist die Abscheidung des Benzols voll- ig, da die Tension des Benzoldampfes bei — 70° gleich Null ist. Die dirten Gase dienen, nach dem Gegenstromprincip, zur Abkühlung der rimirten, noch nicht vom Benzol befreiten Gase und werden von den enkühlern zurück nach den Koksöfen geleitet. Auf einem oberschlesischen e wurde das Verfahren für Gewinnung des Benzols aus etwa 40000 cbm des Tages in einer größeren Versuchsanlage zur Anwendung gebracht und 1450 hk Rohbenzol nach demselben gewonnen. Das Verfahren wurde wieder aufgegeben. Das erhaltene Rohbenzol hatte nach Lunge[2]) fol- Zusammensetzung:

| | | |
|---|---|---|
| Benzol | 67,03 | Gew.-Proc. |
| Toluol | 15,61 | „ |
| Xylol | 2,18 | „ |
| Höhere Homologe | 6,41 | „ |
| Naphtalin | 3,79 | „ |
| Höher siedende aromatische Kohlenwasserstoffe | 1,42 | „ |
| Ungesättigte fette Kohlenwasserstoffe | 0,96 | „ |
| Thiophene | 0,71 | „ |
| Phenole | 0,11 | „ |
| Theerbasen | 0,28 | „ |
| Rückstand (Pech) | 1,50 | „ |

Dagegen ein durch Waschen erhaltenes Absorptionsbenzol:

| | | |
|---|---|---|
| Benzol (wirkliches) | 85,10 | Gew.-Proc. |
| Toluol | 11,63 | „ |
| Xylol | 1,54 | „ |
| Höhere Homologe | 0,09 | „ |
| Ungesättigte fette Kohlenwasserstoffe | 0,41 | „ |
| Theerbasen | 0,08 | „ |

[1]) Fischer's Jahresber. 1893, 521; Chem. Rundschau 1897, 82. — [2]) Fischer's sber. 1894, 23.

| | | |
|---|---|---|
| [illegible] | 0,08 | Gew.-Proc. |
| [illegible] | 0,46 | „ |
| [illegible] | 0,01 | „ |
| [illegible] | 0,0024 | „ |
| [illegible] | 0,00015 | „ |
| [illegible] | 0,62 | „ |

[illegible] Gewinnung von Benzol aus Koksofengasen empfiehlt die [illegible] pour la fabrication des compteurs et matériel [illegible] (D. R.-P. Nr. 99380) umlaufende Trommeln, welche an [illegible] Einlauchflächen mit gruppenweise versetzten Schöpfrinnen derart versehen [illegible], daß beim Abfluß der geschöpften Flüssigkeit diese cascadenartig zwischen [illegible] Rinnen in vielfachen Stufen herabfällt, während das entgegen[illegible] und das aus der geschöpften Flüssigkeit frei werdende Gas zwischen [illegible] die zahlreichen Flüssigkeitsstrahlen gebildeten Windungen empor[illegible], so daß eine äußerst feine Zerstäubung der Flüssigkeit und eine große [illegible]fläche erzielt wird.

[illegible] (D. R.-P. Nr. 111825) will die Gewinnung von Ammoniak [illegible] Benzol aus Kokereigasen in Schleuderapparaten (Centrifugen) durch[illegible], welche allerdings wenig Raum einnehmen. In der ersten Schleuder [illegible] der Theer ausgeschieden, in der zweiten das Ammoniak durch Wasser aus[illegible], in der dritten das Benzol durch Waschöl. Darnach soll die Ab[illegible]- und Kühlfähigkeit der Waschflüssigkeit bei kurzer Einwirkung dadurch [illegible] werden, daß bei dem Auftreffen der Gase eine heftige Verdampfung der [illegible]flüssigkeit, event. verbunden mit einer Zerstäubung, veranlaßt wird und [illegible] durch Condensation die Flüssigkeit mit Allem, was sie in dampf[illegible] Zustande absorbirt oder sonst an sich gerissen hat, niedergeschlagen [illegible] Dadurch, daß sich so ein inniges Gemisch der zu behandelnden Abgase [illegible] Dampfe bildet, soll die Wirkung durch eine sozusagen moleculare [illegible] bedeutend vergrößert und hierdurch die Absorption des Ammoniaks [illegible] und auch die Abkühlung sehr begünstigt werden. — Man [illegible] in der ersten Abtheilung einer Centrifuge den Proceß so zu [illegible] eine energische Verdampfung und Durchmischung des Dampfes mit [illegible] stattfinden kann, d. h. man muß möglichst wenig Waschflüssigkeit [illegible] Man wird gut thun, diese entweder vorher oder in der Centrifuge [illegible] Mittel zu erhitzen, und dabei Vorkehrungen zu treffen haben, [illegible] Minimum von Wasser oder einer sonstigen Wasch- oder Ab[illegible] möglichst große Flächen bedeckt werden. Der ideale Fall ist [illegible] viel Wasser zugeführt wird, wie zur Verdampfung kommt, daß [illegible] Abtheilung überhaupt kein Ablauf stattfände, was sich [illegible] sehr schwer erreichen lassen dürfte. — Bei der zweiten [illegible] wird auf eine starke Abkühlung gewirkt, welche den [illegible] Dampf niederschlägt und mit ihm die Theile, welche von [illegible] Dampfe absorbirt worden waren. Die Niederschlagung [illegible] Weise als in Verbindung mit der Absorption nützlich [illegible] gerade durch die Niederschlagung selbst durch eine Art

molecularer Oberflächenwirkung auf das gleichzeitige Niederfallen anderer Theile gewirkt werden, so kann z. B. Staub ausgeschieden werden. — Durch eine derartige Behandlung der Kokereiabgase werden angeblich Waschflüssigkeiten erzielt, welche schon recht stark, aber noch nicht so vollständig mit Ammoniak angereichert sind, wie es einerseits zu ihrer zweckmäßigen Weiterverwendung und andererseits zur völligen Reinigung der Gase wünschenswerth erscheint. Zu diesem Zwecke wird diese Waschflüssigkeit einer zweiten Behandlung mit den centrifugirten Gasen in der Weise ausgesetzt, daß ein Durchtritt der Gase durch die Flüssigkeit auf große Oberfläche erzwungen wird, und zwar im Gegenstrome, so daß die schwächere Flüssigkeit in den äußersten Abtheilungen einer Centrifuge mit den reinsten Gasen in Berührung kommt und sich nach der Axe der Centrifuge fortbewegend durch Einwirkung der stärker verunreinigten Gase sich immer weiter anreichert. Im Besonderen ist dabei die Anordnung getroffen, daß mehrere concentrisch ruhende Abtheilungen siphonartiger Zellen angeordnet sind, und daß in den Zwischenräumen der Abtheilungen Centrifugenflügel kreisen, welche nach innen eine saugende und nach außen eine pressende Wirkung auf die Gase ausüben. So soll es möglich sein, nicht nur die Gase durch sämmtliche Zellen sämmtlicher Abtheilungen von innen nach außen durchzutreiben, sondern gleichzeitig durch den sich nach außen steigernden Druck und dadurch entstehenden Niveauunterschied zwischen den inneren und äußeren Flüssigkeitsoberflächen der einzelnen Zellen eine stetige Strömung der Wässer von den äußeren Abtheilungen nach den inneren aufrecht zu erhalten, wodurch zugleich der erforderliche Gegenstrom zwischen Gas und absorbirender Flüssigkeit erreicht wird.

Koksofengas als Leuchtgas zu verwenden, ist wiederholt versucht worden, konnte aber erst dann den gewünschten Erfolg haben[1]), als das bereits 6 bis 8 Kerzen liefernde Gas mit Rohbenzol carburirt oder nur das reiche Anfangsgas verwendet wurde. In Amerika verwendet man Koksöfen geradezu als Gasretorten[2]). Eine zu Halifax im Jahre 1897 gebaute Anlage nach Semet-Solvay (S. 99) besteht aus 10 Oefen von 9,1 m Länge, 1,7 m Höhe und 0,4 m Weite. 45 hk Kohlen werden in 20 Stunden entgast. Sämmtliche Oefen werden innerhalb $2^1/_2$ Stunden entleert und dann innerhalb $2^1/_2$ Stunden wieder gefüllt. Das von den Oefen erhaltene Gas wird zwei verschiedenen Gasbehältern zugeführt. Alles Gas mit einer Lichtstärke von 10 Kerzen und darüber wird den Leuchtgasbehältern, und alles Gas unter der genannten Lichtstärke den Heizgasbehältern zugeführt. Von der gesammten Gasmenge, welche die Oefen liefern, werden 32,26 Proc. als Leuchtgas und

---

[1]) Die Stadt Castrop in Westfalen wird nur mit Koksofengas erleuchtet. — [2]) Stahl u. Eisen 1899, 180. Journ. f. Gasbel. 1899, 241; 1900, 53. Am Schluß des Jahres 1897 betrug die Gesammtzahl der amerikanischen Koksöfen 47 668 (mit 12 055 500 Tonnen Erzeugung), davon waren: 180 Otto-Hoffmann-Oefen, 88 Semet-Solvay-Oefen, 30 Newton-Chambers-Oefen und 3 Slocum-Oefen. Im Sommer 1898 waren 400 neue Otto-Hoffmann-Oefen bei Boston im Bau begriffen und desgleichen 195 Semet-Solvay-Oefen.

der Rest von 67,74 Proc. als Heizgas erhalten. Von letzterem kann noch ein Theil für andere Zwecke als Beheizung der Oefen Verwendung finden.

In Glasport versuchte Schniewind Kohle folgender Zusammensetzung:

| | |
|---|---|
| C | 75,10 Proc. |
| H | 3,75 „ |
| N | 1,51 „ |
| O + S | 13,80 „ |
| Asche | 5,84 „ |

im Otto-Hoffmann-Ofen; bei 34 Stunden Verkokungsdauer erhielt er:

| | |
|---|---|
| Koks | 71,13 Proc. |
| Theer | 3,38 „ |
| Ammoniak | 0,34 „ |
| Gesammtgasmenge | 16,43 „ |
| Schwefelwasserstoff | 0,48 „ |
| Schwefelkohlenstoff | 0,07 „ |
| Wasser und Verlust | 8,17 „ |

Für die ersten 14 Stunden und 46 Minuten und die letzten 19 Stunden und 10 Minuten stellten sich die Durchschnittsanalysen, wie folgt:

| | I. | II. |
|---|---|---|
| $C_mH_n$ | 5,2 | 2,4 |
| $CH_4$ | 38,7 | 29,2 |
| $H_2$ | 38,4 | 50,5 |
| CO | 6,1 | 6,3 |
| $CO_2$ | 3,6 | 2,2 |
| $O_2$ | 0,3 | 0,3 |
| $N_2$ | 7,7 | 9,1 |

Fernere Koksgasanalysen[1]) (vergl. S. 64, 137).

| | Hüssener-Ofen | | Otto-Hoffmann | Solvay | |
|---|---|---|---|---|---|
| | I. Proc. | II. Prom. | Prom. | Belgien Prom. | England Prom. |
| CO | 4,46 | 46,1 | 64,9 | 79,5 | 88,0 |
| O | 0,44 | 4,1 | — | 2,3 | — |
| $H_2$ | 58,37 | 614,0 | 533,2 | 527,7 | 560,0 |
| $CH_4$ | 27,36 | 247,1 | 361,1 | 312,2 | 237,0 |
| $C_2H_4$ / $C_6H_6$ | 2,33 | 20,3 | 22,4 | 25,7 | 31,0 |
| $CO_2$ | 0,90 | 8,8 | 14,1 | 32,7 | 30,0 |
| N | 5,74 | 55,1 | — | 19,9 | — |
| $H_2S$ | 0,40 | 4,3 | 4,3 | — | — |

Gase aus Kohle Shamrock, 23. Juli 1896.

| | 6 Stunden nach der Füllung | 12 Stunden nach der Füllung |
|---|---|---|
| $N_2$ | 16,8 Proc. | 16,5 Proc. |
| $CO_2$ | 2,8 „ | 2,5 „ |
| $H_2$ | 39,7 „ | 40,5 „ |
| $CH_4$ | 33,0 „ | 33,1 „ |
| $C_mH_n$ | 3,3 „ | 2,4 „ |
| CO | 4,4 „ | 5,0 „ |

[1]) Stahl u. Eisen 1896, 519; 1899, 819.

Analysen auf Notberg. November 1897:

| | Otto-Hoffmann-Oefen der Vorlage entnommen | Ruppert-Oefen der Vorlage entnommen |
|---|---|---|
| $N_2$ | 31,2 Proc. | 20,4 Proc. |
| $CO_2$ | 3,2 „ | 2,7 „ |
| $H_2$ | 35,7 „ | 45,7 „ |
| $CH_4$ | 23,2 „ | 21,4 „ |
| $C_mH_n$ | 1,5 „ | 1,6 „ |
| CO | 5,5 „ | 8,2 „ |

Zeche v. d. Heydt. 5. Mai 1899:

| | Nach einer Betriebsdauer von | | |
|---|---|---|---|
| | 6 Stunden | 7 Stunden | 11 Stunden |
| $CO_2$ | 1,2 Proc. | 2,4 Proc. | 1,0 Proc. |
| $C_mH_n$ | 1,8 „ | 0,8 „ | 0,7 „ |
| O | 0,7 „ | 0,9 „ | 0,5 „ |
| CO | 4,9 „ | 5,2 „ | 4,9 „ |
| $CH_4$ | 28,3 „ | 21,1 „ | 25,9 „ |
| $H_2$ | 42,4 „ | 35,4 „ | 45,6 „ |
| $N_2$ | 20,7 „ | 34,5 „ | 21,4 „ |

**Kokstheere.** Dieselbe Kohle, welche einmal in einer Gasfabrik in gewöhnlichen Retorten, ein anderes Mal in Otto'schen Koksöfen destillirt war[1]), ergab Theer von folgender Zusammensetzung:

| | Gastheer | Kokstheer |
|---|---|---|
| Wasser | 2,9 | 2,2 |
| Leichtöl bis 200° | 4,0 | 3,4 |
| Anilinbenzol | 0,92 | 1,1 |
| Auflösungsnaphta | 0,20 | 0,32 |
| Kreosotöl | 8,6 | 14,5 |
| Rohnaphtalin | 7,4 | 6,7 |
| Anthracenöl | 17,4 | 27,3 |
| Rein-Anthracen | 0,60 | 0,70 |
| Pech | 58,4 | 44,4 |
| Kohlenstoff | 15,25 | 5,8 |

Lunge und Schmid[2]) untersuchten Theere von Otto-Hoffmann-Oefen der Zechen Germania bei Dortmund und Hibernia:

| | Germania-Theer | | Hibernia-Theer | |
|---|---|---|---|---|
| Anilinbenzol | — | 1,68 | — | 1,12 |
| Schwere Naphta | — | 3,64 | — | 2,06 |
| Rohnaphtalin aus Mittelöl | 4,54 | — | 1,09 | |
| Rohnaphtalin aus Schweröl | 3,15 | — | 0,44 | |
| Insgesammt | — | 7,69 | — | 1,53 |
| Rohphenole aus Leichtöl | 0,25 | — | 0,28 | |
| Rohphenole aus Mittelöl | 1,56 | — | 4,90 | |
| Rohphenole aus Schweröl | 0,42 | — | 1,75 | |
| Insgesammt | — | 2,23 | — | 6,93 |
| Anthracen, ber. als 33 Proc. Waare | — | 1,59 | — | 0,72 |
| Kreosotöl = Mittelöl + Schweröl, minus Phenole und Naphtalin | — | 8,24 | — | 15,67 |
| Anthracenöl, filtrirt von Anthracen | — | 42,76 | — | 21,93 |
| Pech (sehr hartes) | — | 30,55 | — | 43,41 |
| Wasser | — | — | — | 3,84 |
| | | 98,38 | | 97,21 |

[1]) Fischer's Jahresber. 1894, 21. — [2]) Das. 1887, 691.

Theer der Koksanstalt Heiniz (Saarkohlen) nach Remy[1]):

| | | |
|---|---|---|
| Anthracen | 0,43 | Proc. |
| Anilin-Benzol (90 Proc. von 80 bis 120° siedend | 1,75 | „ |
| Lösungsnaphta (130 bis 180° siedend) | 1,50 | „ |
| Schweröl | 34,00 | „ |
| Pech | 42,60 | „ |
| Wasser | 8,10 | „ |
| Verlust | 11,62 | „ |

Der Theer in Glasport (S. 166), etwa 5 Proc. der Kohle, hatte folgende Zusammensetzung. Zum Vergleich ist die Zusammensetzung einiger anderer Theere mit in der Tabelle aufgenommen.

| Fraction | Temperatur in Grad Celsius | International seam im Otto-Hoffmann-Ofen | | Deutsche Kohle im Otto-Hoffmann-Ofen Anlage Germania | | Durchschnittstheer der deutschen Gasanstalten I. | | Durchschnittstheer der deutschen Gasanstalten II. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Leichtöl | 80—170 | 3,7 | | 6,55 | | 3,0 | | 2,5 | |
| Mittelöl | 170—230 | 9,8 | | 10,54 | | 7,5 | | 2,5 | |
| Schweröl | 230—270 | 12,0 | | 7,62 | | 33,5 | | 25,0 | |
| Anthracenöl | über 270 | 4,3 | 71,3 | 44,35 | 74,9 | 10,5 | 56 | 10,0 | 70 |
| Pech | | 67,0 | | 30,55 | | 45,5 | | 60,0 | |
| Wasser | | 2,3 | | Spur | | — | | — | |
| Verlust | | 0,9 | | 0,39 | | — | | — | |

Die procentische Vertheilung des Heizwerthes nach der Destillatio Kohle gleich 100 gesetzt, ergab sich hier im Vergleich zur Entgasung in Leu gasretorten:

| | Otto-Hoffmann-Ofen | Retorten-Ofen |
|---|---|---|
| Im Koks verkäuflich | 72,3 | 46,4 |
| Im Koks zur Heizung | — | 10,1 |
| Im Theer | 4,1 | 5,5 |
| Im Gas verkäuflich | 12,7 | 21,0 |
| Im Gas zur Heizung | 10,7 | — |
| Gaswasser, S im Reiniger, Verlust | 0,2 | 17,0 |
| Summe | 100,0 | 100,0 |
| Beim Proceß gebrauchte und verlorene Wärme | 10,9 | 27,1 |
| Wärme in den Producten | 89,1 | 72,9 |

Auch hier soll das Anfangsgas gesondert als Leuchtgas verwendet wer

Nach G. Schultz (D. R.-P. Nr. 101 863) soll die Leuchtgas- und K gewinnung dadurch vervollkommnet werden, daß nach Gewinnung der in bei der Leuchtgas- bezw. Koksfabrikation erhaltenen Steinkohlentheer handenen werthvollen aromatischen Kohlenwasserstoffe und nach Abtrennung

[1]) Fischer's Jahresber. 1890, 15.

Peches die verbleibenden öligen Rückstände behufs ihrer Zersetzung und zur Neubildung solcher werthvollen aromatischen Kohlenwasserstoffe in die glühenden Retorten bezw. glühenden Koksöfen eingeleitet werden, wobei man die entstehenden Destillate, welche nun wiederum werthvolle aromatische Kohlenwasserstoffe enthalten, condensirt. Die bei der Aufarbeitung von Steinkohlentheer nach Gewinnung des darin enthaltenen Benzols, Toluols, Xylols, Naphtalins und Anthracens, sowie nach Abtrennung des Peches verbleibenden öligen Rückstände werden in die glühenden Retorten der Leuchtgasfabrikation oder in die glühenden Koksöfen, welche mit Absaugevorrichtungen versehen sind und noch glühenden Koks enthalten, eingeführt, was durch Einfließenlassen in Form eines feinen Strahles oder durch Einleitung in Dampfform geschehen kann. Die entstehenden Dämpfe, welche in Folge der hierbei eintretenden Zersetzung nunmehr werthvolle aromatische Kohlenwasserstoffe von genannter Art enthalten, werden durch die Ableitung bezw. durch geeignete Absaugevorrichtungen aus den Erhitzungsräumen entfernt und können einfach der vorhandenen Condensation zugeführt werden, wonach dem Condensat in bekannter Weise die werthvollen Kohlenwasserstoffe entzogen werden. Nach dem Zusatzpatente Nr. 105 582 mischt man die öligen Rückstände mit der Kohle und führt sie zusammen mit der Kohle ein.

## Entgasung der Steinkohlen.

Menge und Beschaffenheit der bei der Entgasung der Steinkohlen erhaltenen Producte hängen ab von der Beschaffenheit der Kohlen und der Art und Dauer der Erhitzung derselben.

Verf. (Bd. I, S. 519) hat gezeigt, daß die procentische Zusammensetzung der Kohlen einer Grube, ja desselben Flözes schwanken kann. Dementsprechend wird auch die Koksausbeute einer Kohlensorte nicht ganz gleichmäßig ausfallen. Remy[1]) macht über die Verkokungsfähigkeit der Kohlen von vier Flözen des Saargebietes folgende Angaben (s. umstehende Tabelle).

Fleck und Hartig[2]) meinen, die Eigenschaft der Kohlen, zu backen und dichte, feste Koks zu liefern, sei hauptsächlich von der Menge des disponiblen Wasserstoffs abhängig und trete nur schwierig ein, sobald auf 1000 Thle. Kohlenstoff weniger als 40 Thle. disponibler Wasserstoff komme. Die Menge der aus den Steinkohlen zu erzielenden Gase soll unter gleichen Verhältnissen dem nicht disponibeln Wasserstoff proportional wachsen. Sie unterscheiden:

Auf 1000 Thle. Kohlenstoff:

| Disponibler Wasserstoff | Nicht disponibler Wasserstoff |
|---|---|
| bis 40 | bis 20 = Sinterkohlen und Anthracit, |
| " | über 20 = Gas- und Sandkohlen, |
| über 40 | bis 20 = Backkohlen, |
| " | über 20 = Back- und Gaskohlen. |

[1]) Fischer's Jahresber. 1899, 3. — [2]) Hartig, Steinkohlen Sachsens (Leipzig 1860), S. 231.

| Kohlenart | Gehalt an Kohlenstoff (bei 90° getrocknete aschenfreie Kohle) Proc. | Gehalt an disp. Wasserstoff (bei 90° getrocknete aschenfreie Kohle) Proc. | Aschengehalt Proc. | Gas-Ausbringen aus 100 kg lufttrockener roher Kohle: Cubikmeter | Gas-Ausbringen aus 100 kg lufttrockener roher Kohle: Lichtstärke | Koks-Ausbringen aus der aschefreien leichten Kohle (Mittelwerthe) Proc. | Beschaffenheit des Koks (Backfähigkeit der Kohle) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Saargebiet.** | | | | | | | |
| Hangende Flözpartie . . . . | 75,33—76,92 | 2,29—2,38 | 7,94 | 23,063 | 4,80 | 62,37 | Sandig } Keine Backkohle. |
| Hangende Flammkohlenpartie } Mittlere Flözpartie | 75,34—82,14 | 1,34—3,29 | 7,14 | 24,411 | 10,22 | 64,40 | Sandig und zum kleinen Theil gesintert. } Keine Backkohle. |
| Liegende Flammkohlenpartie } Mittlere Flözpartie | 73,64—84,38 | 1,83—3,65 | 6,77 | 25,908 | 11,77 | 63,14 | Sandig, zum größeren Theil gesintert und schon etwas backend (backende Sinterkohle). |
| Fettkohlenpartie (Lieg. Flözpartie) . . . . . | 75,46—85,64 | 2,39—4,46 | 5,28 | 27,453 | 13,12 | 66,51 | Ausnahmsweise Sand-, öfters Sinter-, vorzugsweise Backkohle. |

Diese Angaben sind ebenso wenig zutreffend als die Eintheilung der teinkohlen nach dem Sauerffoffgehalte [1]). Wie die Zusammenstellungen Bd. I, . 506, 508, 512 und 514 zeigen, kann die nach der Tiegelprobe (Bd. I, . 120) erhaltene Koksausbeute nicht mit den Elementaranalysen in Zuammenhang gebracht werden, da bei fast gleicher procentischer Zusammenetzung der Kohlen sehr verschiedene Koksausbeuten erhalten wurden [2]).

Maßgebend ist also weniger die procentische Elementarzusammenetzung der Kohle als die Constitution derselben.

Die Steinkohle wird vielfach als einheitliche Substanz angesehen, für elche man sogar Constitutionsformeln aufgestellt hat [3]). Krämer [4]) hält gegen die Steinkohle für das Anhydrid hochcondensirter Glycole und Glycolren und deren Oxy- und Amidoabkömmlinge. Da die Steinkohle nicht r aus der Cellulose der Pflanzen [5]), sondern auch aus deren Saftstandtheilen (denen der organische Schwefel und Stickstoff entstammt) unter n verschiedensten Einflüssen entstanden ist [6]) (Bd. I, 564 u. 580), so eben wir in der Kohle (wie im Theer) zweifellos eine sehr große Anzahl der rschiedensten Verbindungen in den verschiedensten Mengenverhältnissen [7]). ider ist über diese noch sehr wenig bekannt (Bd. I, S. 525). Das so sehr rschiedene Verhalten der Kohlen beim Entgasen und auch beim Lagern an r Luft wird aber hierdurch erklärlich.

Beim Lagern verlieren die Steinkohlen, wie Bd. I, S. 583 bis 592 usgeführt, an Brennwerth, besonders aber mehr oder weniger rasch an Werth r Kokereien und Gasanstalten, indem sie einen viel weniger festen Koks nd minderwerthiges Leuchtgas liefern; Gasanstalten haben auch mit Selbstntzündung zu rechnen.

Es liegt nahe, die Bd. I, S. 589 angegebenen Widersprüche über den influß des Schwefels auf Lagerungsverlust und Selbstentzündung der ohlen auf die verschiedenen Zustände des Schwefeleisens in der Kohle zurückführen, da Markasit meist leichter verwitterbar ist als Pyrit und Magnetes ($Fe_7 S_8$). Welche dieser Formen in der Kohle vorherrscht, ist zweifelhaft, t deutliche Krystalle wohl nur in Spalten vorkommen können, welche für die ohle als solche nicht maßgebend sind. Zudem giebt es Markasite, welche an r Luft ebenso beständig sind als Pyrit. Versuche des Verf. [8]) bestätigten, daß e Oxydation der Kohle meist viel rascher erfolgt als die des Schwefeleisens, ährend in nasser Kohle das Eisensulfid wesentlich schneller oxydirte. Zu rücksichtigen ist ferner, daß manche Kohlen und Koks den größten Theil ihres chwefels in organischer Verbindung enthalten, wie schon Bradbury (1877) d Helm (1882) zeigten (vergl. Bd. I, S. 116); Crace Calvert (1886) stätigte dieses [9]).

---

[1]) Fischer's Jahresber. 1889, 30. — [2]) Daß auch Zucker, Stärke und Gummi schiedene Koksausbeuten geben, wurde bereits Bd. I, S. 577 erwähnt. — Fischer's Jahresber. 1899, 19. — [4]) Das. 1887, 113. — [5]) Bd. III, S. 418. — Bd. I, S. 564 u. 580; vergl. auch Wärmeverhältnisse in den Kohlengruben scher's Jahresber. 1899, 6). — [7]) Fischer's Jahresber. 1899, 20. — [8]) Das. 9, 13. — [9]) Drown (s. Franklin 1882, 201) behandelte die Kohle mit brom-

Zur Trennung des unorganischen von dem organisch gebundenen Schwefel setzte Verf. zu 20 g Kohlenpulver mit 300 ccm Wasser gemischt etwa 40 g Brom, so daß immer Brom im Ueberschuß blieb. Nun wurde abfiltrirt und ausgewaschen; Schwefelkies (bezw. Markasit) soll in Ferrisulfat übergeführt werden:

$$2\,FeS_2 + 15\,Br_2 + 16\,H_2O = Fe_2(SO_4)_3 + H_2SO_4 + 30\,HBr.$$

Die Kohlen enthielten nach dem Trocknen meist 30 bis 36 Proc. Brom. Das Filtrat enthielt z. B. bei einer Probe Hohenlohehüttekohle 0,20 Proc. Eisen und 0,33 Proc. Schwefel als Schwefelsäure, Hardenbergkohle 0,36 Proc. Eisen und 0,51 Proc. Schwefel, Margarethekohle 0,56 Proc. Eisen und 0,88 Proc. Schwefel, also mehr Schwefel, wie $FeS_2$ entspricht; dagegen Anthracit Ludwig 1,01 Proc. Eisen und 0,65 Proc. Schwefel, Kohle Hardenberg 0,36 Proc. Eisen und 0,24 Proc. Schwefel. Entweder war hier Eisen auch in anderer Form vorhanden oder es war der Schwefel nicht völlig in Lösung gegangen. — Zur weiteren Verfolgung der Bromwirkung wurden je 20 g Kohle mit 300 ccm Wasser und verschiedenen Brommengen etwa zwei Stunden lang behandelt. Die Kohlen nahmen rasch Brom auf, oft rascher, als die Oxydation von $FeS_2$ erfolgte, anscheinend anfangs ohne, dann unter Austritt von Wasserstoff. Steinkohlen enthalten somit wechselnde Mengen ungesättigter Verbindungen, welche Brom anlagern, ferner Verbindungen, in welchen Brom einen Theil des Wasserstoffs ersetzt. Bei dieser Einwirkung des Brom auf die Kohle kann auch ein Theil des organisch gebundenen Schwefels als Schwefelsäure abgespalten werden. Andererseits ist es nicht ausgeschlossen, daß ein Theil der gebildeten Schwefelsäure wieder von der Kohle aufgenommen wird. Die Trennung des Sulfidschwefels von dem organischen mittelst Brom ist demnach unsicher. In nebenstehender Tabelle ist daher der Sulfidschwefel aus dem Eisengehalte der Asche berechnet, so daß die Zahlen theilweise zu hoch sein werden. Demnach ist in der Hälfte dieser Proben der größte Theil des Schwefels in organischer Verbindung vorhanden, nur der kleinere Theil ist als Eisensulfid bezw. Schwefelkies vorhanden, was bei den bisherigen Untersuchungen und Besprechungen der Selbstentzündungen nicht beachtet ist.

Das Verhalten der Kohlen gegen Brom erklärt die Beobachtung von Barrentrapp, Richters u. A. (Bd. I, S. 587), daß Steinkohlen an der Luft Sauerstoff aufnehmen, später aber Kohlensäure abspalten. Versuche mit den genannten Kohlen bestätigen dieses. Hardenbergkohle, einige Wochen mit

---

haltiger Salzsäure oder erwärmte mit einer Lösung von Brom in Natronlauge und säuerte dann an. Dadurch soll nur der Schwefel gelöst werden, welcher in Form von Pyrit oder von löslichen Sulfaten vorhanden ist, während die Kohle selbst nicht angegriffen, der organisch gebundene Schwefel somit nicht gelöst werden soll. — Später schloß auch Muck (Stahleisen 1886, 468) aus dem Schwefelgehalte von Koks, daß meist ein Theil des Schwefels in Koks und Kohlen organisch gebunden sei, ohne aber bez. Versuche selbst auszuführen (vergl. Z. anal. 1875, 17). L. Blum (Z. anal. 1888, 445) schloß aus dem Umstande, daß alle Schwefelbestimmungsverfahren auf nassem Wege für Koks zu geringe Werthe ergeben, auf das Vorhandensein organischer Schwefelverbindungen im Koks.

| | Hohenlohe Ob.-Schl. | Hardenberg Westf. | Dorsfeld | Margarethe | Schürbank | Anthracit Ludwig |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Immediatanalyse:** | | | | | | |
| t . . . . . | 3,8 | 2,4 | 2,8 | 0,9 | 1,7 | 1,0 |
| . . . . . | 1,9 | 2,7 | 2,9 | 3,5 | 4,5 | 3,3 |
| sbeute . . . . . | 62,9 | 63,3 | 64,1 | 85,5 | 86,2 | 88,5 |
| **der wasserfreien Kohle:** | | | | | | |
| fel, flüchtig . . . . . | 1,43 | 1,86 | 1,65 | 2,14 | 2,74 | 1,70 |
| in der Asche . . . . . | 0,07 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,09 | 0,05 |
| gesammt . . . . . | 1,50 | 1,88 | 1,68 | 2,16 | 2,83 | 1,75 |
| als Sulfid . . . . . | 0,24 | 0,46 | 1,26 | 0,65 | 1,64 | 1,28 |
| organisch . . . . . | 1,26 | 1,42 | 0,42 | 1,51 | 1,19 | 0,47 |
| **Wasserfreie Kohle:** | | | | | | |
| stoff . . . . . | 79,94 | 81,47 | 80,01 | 86,94 | 85,77 | 88,45 |
| rstoff . . . . . | 4,23 | 4,57 | 4,65 | 3,85 | 3,67 | 3,50 |
| off . . . . . | 1,39 | 1,50 | 1,49 | 1,49 | 1,47 | 1,30 |
| fel (flüchtig) . . . . . | 1,43 | 1,86 | 1,65 | 2,14 | 2,74 | 1,70 |
| toff . . . . . | 11,11 | 7,90 | 10,70 | 2,08 | 1,83 | 1,75 |
| . . . . . | 1,90 | 2,70 | 2,90 | 3,50 | 4,50 | 3,30 |

mit Quecksilber abgesperrten Glocke, absorbirte fast den sämmtlichen rstoff ohne nennenswerthe Kohlensäurebildung; die ungesättigten Verbin- n nehmen Sauerstoff auf und dementsprechend an Gewicht zu. — Mit der Temperatur wächst die Verwandtschaft der Bestandtheile der Kohle Sauerstoff bedeutend. Nach den Versuchen des Verf. verhalten sich die n gegen atmosphärischen Sauerstoff sehr verschieden; die Elementar- mensetzung der Kohlen bezw. der sogenannte disponible Wasserstoff sind r nicht maßgebend, sondern die Art und Mengenverhältnisse der jiedenen Gemengtheile der Kohlen. Die Kohlen nehmen lebhaft :stoff auf unter steigender Abspaltung von Wasser und Kohlensäure. Wurden coben dann noch mehrere Tage in offener Schale auf 120 bis 150° er- t, so trat Gewichtsabnahme ein. Diese oxydirte Kohle nimmt nur noch enig Brom auf. Umgekehrt wird von bromirter Kohle weniger Sauer- ufgenommen als vor der Bromirung, so daß Sauerstoff und Brom in en Weise auf dieselben Gemengtheile der Kohle einzuwirken scheinen. — n, welche rasch Sauerstoff aufnehmen, also zur Selbstentzündung[1]) t sind, werden demnach auch rasch und viel Brom aufnehmen. Wird durch weitere Versuche der verschiedensten Kohlen allgemein bestätigt, so man im Stande sein, in wenigen Minuten festzustellen, ob eine Kohle ers zu Lagerungsverlusten und Selbstentzündung geneigt ist.

[1]) Vergl. Fischer's Jahresber. 1899, 19.

Die Steinkohlen enthalten somit größere oder geringere Mengen un-
gesättigter Verbindungen, welche rasch Sauerstoff aufnehmen, dadurch a
Gewicht zunehmen, aber an Brennwerth und Verkokbarkeit abnehmen. J
rascher dieſe Sauerſtoffaufnahme erfolgt, um ſo mehr iſt bei der Lagerung dar
zu achten, daß die entwickelte Wärme zweckentſprechend abgeführt wird, da m
ſteigender Temperatur die Geſchwindigkeit der Oxydation weſentlich zunimm
die Gefahr der Selbſtentzündung daher wächſt. — Eine zweite Reihe von V
bindungen nimmt Sauerſtoff auf unter Abſpaltung von Kohlenſäure u
Waſſer. Dieſe Oxydation, welche langſamer verläuft als die vorige, be
Verminderung des Gewichtes und des Werthes der Kohle. Für die S
entzündung werden dieſe Beſtandtheile der Kohle viel weniger in Frage kom
als die ungeſättigten. Je nach den gegenſeitigen Mengenverhältniſſen di
Verbindungen wird daher eine Kohle beim Lagern an der Luft an Gewicht z
nehmen, unverändert bleiben oder an Gewicht abnehmen, immer ab
wird ſie mehr oder weniger an Werth verlieren. Bei trocken und kühl gelagert
Stückkohle wird dieſer Verluſt aber meiſt nicht bedeutend ſein.

Es iſt wiederholt beobachtet, daß Selbſtentzündung eintrat, wenn m
„gruſige“ Kohle, mit anderer Kohle bedeckt, 6 bis 7 m hoch gelagert wu
Im Kohlenſchuppen der Göttinger Gasanſtalt kamen mehrere Selbſtentzündun
vor, jedesmal da, wo durch eine Undichtigkeit des Daches die 6 bis 7 m h
gelagerten Kohlen durchnäßt wurden. Seit das Dach ſorgfältig dicht geh
und die Kohlen nicht über 5 m hoch gelagert werden, iſt keine Selbſtentzün
mehr vorgekommen. — Wie bemerkt, nehmen einige Kohlen in feuchter
mehr noch wenn ſie mit Waſſer genäßt ſind, Sauerſtoff etwas langſamer
andere aber raſcher, indem hier Sauerſtoff in wäſſeriger Löſung auf die
geſättigten Verbindungen einwirkt. Auch die Oxydation des beigemen
Schwefelkieſes (bezw. Markaſits) wird durch Näſſen der Kohle weſentlich
günſtigt, ſo daß in naſſen Kohlen Kies die Selbſtentzündung ſehr wohl begünſti
kann; für trockene Kohlen iſt dieſes unwahrſcheinlich. Da auch der organi
gebundene Schwefel nicht ſonderlich zur Oxydation neigt, ſo iſt der Einfluß d
Schwefelkieſes (bezw. Schwefels) auf die Selbſtentzündung der Kohlen f
überſchätzt. — Zur Entzündung der Kohlen iſt bekanntlich erforderlich, daß
in Gegenwart von Sauerſtoff auf die Entzündungstemperatur gebr
werden. Wird daher durch Kohle ſo viel Luft geleitet, daß die bei der Oxy
dation freiwerdende Wärme abgeführt und ſo die Erwärmung der Kohle b
zur Entzündungstemperatur verhütet wird, ſo wird eine ſolche Lüftung di
Selbſtentzündung verhüten. Da dieſes aber praktiſch nicht zuverläſſig
geſchehen kann, ſo iſt die künſtliche Ventilation der gelagerten Kohlen immer
bedenklich, weil oft die Selbſtentzündung dadurch weſentlich begünſtigt wird
Das ſicherſte Mittel wäre natürlich die völlige Abſchließung des Sauerſtoffs
leider iſt dieſe nur in den ſeltenſten Fällen möglich. Es iſt daher beſonder
wichtig, die Erhitzung der Kohlen zu verhüten. Kohlen ſollten daher trocken
vor Regen und Sonnen- oder anderer Hitze geſchützt, in nicht zu hohen Haufen
gelagert werden. — Deutſchland fördert jährlich für 700 bis 800 Mill. Mark
Steinkohlen, und doch iſt die Chemie der Steinkohlen noch außerordentlich

nig wissenschaftlich bearbeitet. Hoffentlich gelingt es, durch umfassende ntersuchungen der bromirten, oxydirten u. s. w. Kohlen diejenigen näheren estandtheile, welche das Verhalten der Kohlen an der Luft, Verkokbarkeit, asausbeute u. dergl. bedingen, nach Art und Menge festzustellen[1]).

In den Entgasungsproducten der Steinkohlen sind bis jetzt folgende toffe nachgewiesen (s. Tabellen S. 176 bis 178).

Wright[2]) erhielt aus derselben Menge Kohle, je nach der angewendeten emperatur 8,25 bis 12 cbm Gas folgender Zusammensetzung:

| Menge | 8,25 cbm | | 9,7 cbm | | 12 cbm | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Wasserstoff . . . . . | 38,09 | Proc. | 43,77 | Proc. | 48,02 | Proc. |
| Kohlenoxyd . . . . . | 8,72 | „ | 12,50 | „ | 13,96 | „ |
| Methan . . . . . | 42,72 | „ | 34,50 | „ | 30,70 | „ |
| Schwere Kohlenwasserstoffe . | 7,55 | „ | 5,83 | „ | 4,51 | „ |
| Stickstoff . . . . . | 2,92 | „ | 3,40 | „ | 2,81 | „ |

Eine Kohle, welche zur völligen Entgasung 6 Stunden erforderte, gab in n angegebenen Zeiten Gase folgender Zusammensetzung:

| Nach | 10 Min. | 1 St. 30 Min. | 3 St. 25 Min. | 5 St. 35 Min. |
|---|---|---|---|---|
| chwefelwasserstoff . . . . | 1,30 | 1,42 | 0,49 | 0,11 |
| ohlensäure . . . . . | 2,21 | 2,09 | 1,49 | 1,50 |
| asserstoff . . . . . | 20,10 | 38,33 | 52,68 | 67,12 |
| ohlenoxyd . . . . . | 6,19 | 5,68 | 6,21 | 6,12 |
| ethan . . . . . | 57,38 | 44,03 | 33,54 | 22,58 |
| chwere Kohlenwasserstoffe | 10,62 | 5,98 | 3,04 | 1,79 |
| ickstoff . . . . . | 2,20 | 2,47 | 2,55 | 0,78 |

[1]) Wie schon früher (Bd. I, S. 425) gezeigt, ist der Brennwerth von Eichen- h erheblich höher, als der Dulong'schen Formel entspricht. Folgende Brenn- rthbestimmungen des Verf. bestätigen dieses auch für Fichte, Birke, Akazie (Ro- nia) und Buche:

| | | Fichte | Birke | Akazie | Buche |
|---|---|---|---|---|---|
| Proc. | Kohlenstoff . . . . . | 50,05 | 48,45 | 49,20 | 48,55 |
| ammen- | Wasserstoff . . . . . | 6,04 | 5,95 | 5,91 | 5,85 |
| etzung | Sauerstoff (+N) . . . | 43,21 | 45,26 | 43,10 | 45,04 |
| | Asche . . . . . | 0,70 | 0,34 | 0,79 | 0,56 |
| nnwerth | W . . . . . | 4892 | 4805 | 4798 | 4802 |
| | D . . . . . | 4566 | 4484 | 4478 | 4486 |

in der Tabelle angegebenen Zahlen bedeuten Mittelwerthe von zwei oder drei timmungen, Brennwerthe W gelten für flüssiges Wasser als Verbrennungs- duct, D für Wasser als Dampf von 20° (Fischer's Jahresber. 1899, 5).

[2]) J. Chem. Soc. 1884, 99; J. Gaslight 1888, 169; Fischer's Jahresber. 8, 84.

| Siedepunkt | Kohlenwasserstoff | | Andere neutrale Stoffe | Säuren | Basen |
|---|---|---|---|---|---|
| | Fettreihe | Aromatische Reihe | | | |
| Gase | Methan, $CH_4$ | — | Wasserstoff | Schwefelwasserstoff, $H_2S$ | Ammoniak, $NH_3$ |
| Gase | Aethylen, $C_2H_4$ | — | Stickstoff | — | — |
| Gase | Acetylen, $C_2H_2$ | — | Cyan, CN | Cyanwasserstoff, CNH | — |
| Gase | Acetylen, $C_2H_6$ | — | Kohlenoxyd, CO | Kohlensäure, $CO_2$ | — |
| Gase | Propylen, $C_3H_6$ | — | Kohlenoxysulfid, COS | — | — |
| Gase | Propan, $C_3H_8$ | — | — | — | — |
| Gase | Allylen, $C_3H_4$ | — | — | — | — |
| Gase | Butylen, $C_4H_8$ | — | — | — | — |
| Gase | Butan, $C_4H_{10}$ | — | — | — | — |
| 18° | Crotonylen, $C_4H_6$ | — | — | — | — |
| 38 | Pentan, $C_5H_{12}$ | — | — | — | — |
| 39 | Amylen, $C_5H_{10}$ | — | — | — | — |
| 41 | Cyclopentadien, $C_5H_6$ | — | — | — | — |
| 47 | | — | Schwefelkohlenstoff, $CS_2$ | — | — |
| 50 | Valylen, $C_5H_8$ | — | — | — | — |
| 70 | Hexan, $C_6H_{14}$ | — | — | — | — |
| 71 | Hexylen, $C_6H_{12}$ | — | — | — | — |
| 79 | Aethylalkohol, $C_2H_6O$ | — | — | — | — |
| 81 | Hexoxylen, $C_6H_{10}$ | Benzol, $C_6H_6$ | — | — | — |
| 82 | — | — | Acetonitril, $C_2H_3N$ | — | — |
| 84 | — | — | Thiophen, $C_4H_4S$ | — | — |
| 97 | Heptylen, $C_7H_{14}$ | — | — | — | — |
| 98 | Heptan, $C_7H_{16}$ | — | — | — | — |
| 100 | — | — | Wasser, $H_2O$ | — | — |
| 111 | — | Toluol, $C_7H_8$ | — | — | — |
| 113 | — | — | Thiotolen, $C_5H_6S$ | — | — |
| 117 | | — | — | — | Pyridin, $C_5H_5N$ |

| Siedepunkt | Kohlenwasserstoff: Fettreihe | Kohlenwasserstoff: Aromatische Reihe | Andere neutrale Stoffe | Säuren | Basen |
|---|---|---|---|---|---|
| 119° | — | — | — | Essigsäure, $C_2H_4O_2$ | — |
| 124 | Octan, $C_8H_{18}$ | — | — | — | — |
| 126 | — | — | Pyrol, $C_4H_5N$ | — | — |
| 134 | — | Aethylbenzol, $C_8H_{10}$ | — | — | α-Picolin, $C_6H_7N$ |
| 137 | — | Paraxylol, $C_8H_{10}$ | Thyoxen, $C_6H_8S$ | — | — |
| 141 | — | o- und m-Xylol, $C_8H_{10}$ | — | — | — |
| 142 | — | — | — | — | αα-Lutidin<br>β-Picolin |
| 145 | — | Styrol, $C_8H_8$ | — | — | α-Dimethylpyridin, $C_7H_9N$ |
| 151 | Nonan, $C_9H_{20}$ | — | — | — | — |
| 154 | — | — | — | — | γ-Aethylpyridin, $C_7H_9N$ |
| 157 | — | — | — | — | α-Lutidin, $C_7H_9N$ |
| 163 | — | Mesitylen, $C_9H_{12}$ | — | — | — |
| 165 | — | — | — | — | Collidin, $C_7H_9N$ |
| 169 | — | Pseudocumol, $C_9H_{12}$ | — | — | — |
| 171 | Decan, $C_{10}H_{22}$ | Terpen, $C_{10}H_{16}$ | Cumaron, $C_8H_6O$ | — | — |
| 175 | Nonon, $C_9H_{14}$ | Hermellithol, $C_9H_{12}$ | — | — | — |
| 179 | — | Inden, $C_9H_8$ | — | — | Collidine, $C_8H_{11}N$ |
| 182 | — | — | — | — | Anilin, $C_6H_7N$ |
| 184 | — | — | — | Phenol, $C_6H_6O$ | — |
| 188 | — | — | — | Orthokresol, $C_7H_8O$ | α-Parvolin, $C_9H_{13}N$ |
| 191 | — | — | Benzonitril, $C_6H_5ON$ | — | — |
| 196 | — | Durol, $C_{10}H_{14}$ | — | — | — |
| 199 | — | — | — | Parakresol, $C_7H_8O$ | — |
| 201 | Duodecan, $C_{12}H_{26}$ | — | — | Metakresol, $C_7H_8O$ | — |
| 205 | — | Naphtalinhydrür, $C_{10}H_{10}$ | — | — | — |
| 211 | — | — | — | — | Coridin, $C_{10}H_{15}N$ |
| 218 | — | Naphtalin, $C_{10}H_8$ | — | m-Xylenol, $C_8H_{10}O$ | — |

| Siedepunkt | Kohlenwasserstoff: Fettreihe | Kohlenwasserstoff: Aromatische Reihe | Andere neutrale Stoffe | Säuren | Basen |
|---|---|---|---|---|---|
| 222° | — | — | Phenylsenföl, $C_7H_5NS$ | — | — |
| 225 | — | — | — | o-Xylenol, $C_8H_{10}O$ | — |
| 230 | — | — | — | — | Rubidin, $C_{11}H_{17}N$ |
| 237 | — | — | — | — | i-Chinolin, $C_9H_7N$ |
| 239 | $C_{14}H_{30}$ | — | — | — | Chinolin, $C_9H_7N$ |
| 243 | — | Methylnaphtalin, $C_{11}H_{10}$ | — | — | Chinaldin, $C_{10}H_9N$ |
| 250 | — | — | — | Benzoësäure, $C_7H_6O_2$ | — |
| 251 | — | — | — | — | Viridin, $C_{12}H_{19}N$ |
| 254 | — | Diphenyl, $C_{12}H_{10}$ | — | — | — |
| 257 | — | — | — | — | Lepidin, $C_{10}H_9N$ |
| 260 | $C_{15}H_{32}$ | Acenaphtenhydrür, $C_{12}H_{12}$ | — | — | — |
| 264 | — | Dimethylnaphtalin, $C_{12}H_{12}$ | — | — | — |
| 274 | — | — | — | — | Cryptidin, $C_{11}H_{11}N$ |
| 278 | — | Acenaphten, $C_{12}H_{10}$ | — | α-Naphtol, $C_{10}H_8O$ | — |
| 280 | — | — | — | — | Tetracolin, $C_{12}H_{13}N$ |
| 294 | — | — | — | β-Naphtol, $C_{10}H_8O$ | — |
| 295 | — | Fluoren, $C_{13}H_{10}$ | — | — | — |
| 305 | — | Anthracendihydrür, $C_{12}H_{12}$ | — | — | — |
| 340 | — | Phenanthren, $C_{14}H_{10}$ | — | — | — |
| 350 | — | Reten, $C_{18}H_{18}$ | — | Pyrokresol, $C_{15}H_{14}O$ | — |
| 355 | — | — | Carbazol, $C_{12}H_9N$ | — | — |
| | Paraffin | Anthracen, $C_{14}H_{10}$ | — | — | Acridin, $C_{13}H_9N$ |
| | — | Methylanthracen, $C_{15}H_{12}$ | — | — | — |
| | — | Fluoranthren, $C_{15}H_{10}$ | — | (Rhodanammonium) | Octacolin, $C_{16}H_{21}N$ |
| über 360 | — | Pseudophenanthren, $C_{16}H_{12}$ | Phenylnaphtyl-carbazol, $C_{16}H_{11}N$ | — | — |
| | — | Pyren, $C_{16}H_{10}$ | — | — | — |
| | | Chrysen, $C_{18}H_{12}$ | — | — | — |

Derselbe giebt folgende Vertheilung der Bestandtheile von 100 Thln. byshire Silkstone-Kohle bei etwa 800° Destillationstemperatur:

| | Kohlenstoff | Wasserstoff | Schwefel | Stickstoff | Sauerstoff |
|---|---|---|---|---|---|
| ) . . . . . | 57,38 | 1,24 | 1,05 | 1,06 | 1,28 |
| er . . . . . | 6,11 | 0,46 | 0,05 | 0,06 | 0,60 |
| wasser . . . . . | 0,08 | 1,06 | 0,12 | 0,22 | 8,30 |
| . . . . . | 7,56 | 2,85 | Spur | 0,36 | 1,46 |
| Reinigungsmengen . . | 0,22 | 0,02 | 0,39 | 0,01 | 0,56 |
| | 71,35 | 5,63 | 1,61 | 1,71 | 12,20 |

100 k Kohle gaben somit 64,97 k Koks (mit 2,96 Asche), 7,27 k Theer, 3 k Gaswasser, 21,14 cbm Leuchtgas. Bei etwa 1100° entgast:

| | Kohlenstoff | Wasserstoff | Schwefel | Stickstoff | Sauerstoff |
|---|---|---|---|---|---|
| ) . . . . . | 57,95 | 0,70 | 0,77 | 0,47 | 1,24 |
| er . . . . . | 4,78 | 0,38 | 0,06 | 0,05 | 1,18 |
| wasser . . . . . | 0,08 | 1,06 | 0,13 | 0,21 | 8,30 |
| . . . . . | 8,53 | 3,42 | Spur | 0,86 | 2,30 |
| Reinigungsmengen . . | 0,38 | 0,04 | 0,74 | 0,02 | 0,93 |
| | 71,73 | 5,61 | 1,70 | 1,61 | 13,95 |

Erhalten wurden 31,21 cbm Leuchtgas, 64,10 k Koks, 6,47 k Theer, 3 k Gaswasser. Die Analyse der Kohlen ergab:

| | |
|---|---|
| Kohlenstoff . . . . . | 75,71 |
| Wasserstoff . . . . . | 6,27 |
| Schwefel . . . . . | 1,72 |
| Stickstoff . . . . . | 1,72 |
| Sauerstoff . . . . . | 11,59 |
| Asche . . . . . | 2,99 |

Wright zeigte ferner, daß die Menge der Naphta, der Leichtöle und nole mit Zunahme der Temperatur bedeutend abnimmt. Versuche über Verhalten des Schwefels mit folgenden Kohlen

| | I. | II. | III. |
|---|---|---|---|
| Kohlenstoff . . . . . | 78,81 | 72,50 | 81,92 |
| Wasserstoff . . . . . | 6,07 | 6,02 | 5,39 |
| Stickstoff . . . . . | 1,78 | 1,32 | 1,28 |
| Schwefel . . . . . | 2,42 | 1,16 | 1,97 |
| Sauerstoff . . . . . | 7,81 | 11,92 | 6,88 |
| Asche . . . . . | 3,11 | 7,08 | 2,56 |

ben:

| | Gasausbeute aus 100 k Kohle | Schwefel in 100 cbm Gas nicht als Schwefelwasserstoff | Schwefel auf 100 Thle. Kohle, welcher im Gas nicht als Schwefelwasserstoff enthalten ist |
|---|---|---|---|
| I. | 32,39 cbm | 101,1 g | 0,033 |
| | 30,02 „ | 84,5 „ | 0,025 |
| | 26,28 „ | 61,2 „ | 0,016 |
| | 23,33 „ | 43,8 „ | 0,010 |
| | 19,33 „ | 31,8 „ | 0,006 |
| II. | 31,19 „ | 92,7 „ | 0,029 |
| | 21,08 „ | 61,8 „ | 0,013 |
| III. | 28,00 „ | 72,6 „ | 0,020 |
| | 27,46 „ | 54,9 „ | 0,015 |
| | 21,89 „ | 46,5 „ | 0,010 |
| | 19,86 „ | 47,5 „ | 0,009 |

Die Schwefelverbindungen, welche nicht Schwefelwasserstoff sind, nehm also mit steigender Temperatur zu.

Umfassende Versuche wurden durch die Pariser Gesellschaft ausgefüh über welche Deville ausführlich berichtet [1]). Derselbe kühlte Leuchtgas — 22° und — 70° ab. Im Mittel zahlreicher Versuche wurden aus 1 cb Leuchtgas bei — 22° 16,5 g Kohlenwasserstoffe abgeschieden, bei — 70° n 23,5 g, zusammen 40 g Rohbenzol [2]). Das Leuchtgas enthielt demnach Mittel 1,1 Vol.-Proc. Benzol und Toluol, entgegen den Angaben Berthelo (Bd. I, S. 286). Das abgeschiedene Rohbenzol hatte folgende Zusamm setzung:

| | |
|---|---|
| Benzol . . . . . | 73,1 |
| Toluol . . . . . | 13,0 |
| Xylol und höhere . . . . . | 8,8 |
| Rückstand . . . . . | 4,0 |
| Verlust . . . . . | 1,1 |

Bei der Untersuchung über das Verhalten der verschiede Kohlensorten bei der Destillation theilt Deville die Gaskohlen i ihrem Sauerstoffgehalte in fünf Typen:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. | Typus | von | 5,0 | bis | 6,5 | Proc. | Sauerstoff |
| II. | „ | „ | 6,5 | „ | 7,5 | „ | „ |
| III. | „ | „ | 7,5 | „ | 9,0 | „ | „ |
| IV. | „ | „ | 9,0 | „ | 11,0 | „ | „ |
| V. | „ | „ | 11,0 | „ | 13,0 | „ | „ |

[1]) Journ. de l'éclair., Juli 1886; Journ. usines à gaz 1889; Jour Gasbel. 1889, 652. — [2]) Nach Regnault ist die Tension des Benzols bei — 5,1 mm; berechnet man nun das dieser Spannung $s$ entsprechende Volume welches das Volumen $V$ irgend eines Gases bei 760 mm Druck sättigt, so hat $v : V = s : 760$ oder $v : 100 = 5{,}1 : 760$, und hieraus $v = 0{,}67$ Vol.-% Hieraus ergiebt sich die Gewichtsmenge Benzoldampf, welche 1 cbm irgend Gases bei — 22° sättigt zu 23,5 g. Da bei — 70° die Tension des Benzols angenommen werden kann, so wird man auf diese Weise auch im Gase Condensation bis zu dieser Temperatur alles Benzol und um so mehr alle Ko wasserstoffe der aromatischen Reihe erhalten, als deren Tensionen niedriger sin die des Benzols.

Von den vielen Versuchen, welche im Laufe von 12 Jahren auf der rsuchsanstalt in La Vilette ausgeführt wurden, sind im Folgenden nur die ittelwerthe, welche sich für obige Kohlentypen ergeben, zusammengefaßt. Die bellen zeigen die Schwankungen der Zusammensetzung der Kohle, wie der stillationsproducte mit dem Sauerstoffgehalte derselben. Im Allgemeinen d die sauerstoffreichen Kohlen die aschenreichsten.

Elementarzusammensetzung der Kohlen.

| Typen | I. | II. | III. | IV. | V. |
|---|---|---|---|---|---|
| hlenstoff . . . . . | 78,47 | 78,48 | 76,85 | 72,93 | 67,86 |
| asserstoff . . . . . | 4,49 | 4,85 | 4,83 | 4,84 | 4,69 |
| uerstoff und Stickstoff . . . . . | 5,83 | 6,91 | 7,80 | 9,71 | 10,55 |
| groskopisches Wasser . . . . . | 2,17 | 2,70 | 3,31 | 4,34 | 6,17 |
| he . . . . . | 9,04 | 7,06 | 7,21 | 8,18 | 10,73 |

Zusammensetzung der Kohlensubstanz.

| | I. | II. | III. | IV. | V. |
|---|---|---|---|---|---|
| hlenstoff . . . . . | 88,38 | 86,97 | 85,89 | 83,37 | 81,66 |
| asserstoff . . . . . | 5,06 | 5,37 | 5,40 | 5,53 | 5,64 |
| uerstoff . . . . . | 5,56 | 6,66 | 7,71 | 10,10 | 11,70 |
| ickstoff (angenommen) . . . . . | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| Verkokungsprobe der Rohkohle: | | | | | |
| chtige Bestandtheile . . . . . | 26,82 | 31,59 | 33,80 | 37,34 | 39,27 |
| ks . . . . . | 73,18 | 68,41 | 66,20 | 62,66 | 60,73 |

Berechnet man das Wasser, welches dem Sauerstoffgehalte der Kohlenstanz entspricht, so zerfallen die obigen flüchtigen Bestandtheile auf asche- d wasserfreie Substanz bezogen in:

| | I. | II. | III. | IV. | V. |
|---|---|---|---|---|---|
| rechnetes Wasser . . . . . | 6,25 | 7,49 | 8,67 | 11,36 | 13,16 |
| chtige Kohlenstoffverbindungen . . . | 23,23 | 26,39 | 27,75 | 29,30 | 30,83 |
| | 29,48 | 33,88 | 36,42 | 40,66 | 43,99 |
| r Schwefelgehalt ergab sich zu . . . | 0,77 | 1,06 | 1,18 | 1,02 | 1,04 |

Mit dem Sauerstoff nimmt das hygroskopische Wasser und die Menge der chtigen Bestandtheile zu. Im Folgenden sind die Resultate der Destillation ger Kohlentypen zusammengestellt.

| | I. | II. | III. | IV. | V. |
|---|---|---|---|---|---|
| | cbm | cbm | cbm | cbm | cbm |
| Gas aus 100 k Kohle . . | 30,13 | 31,01 | 30,64 | 29,72 | 27,44 |
| Gas aus 100 k flüchtigen Bestandtheilen d. Kohlensubstanz . . . . . | 33,13 | 33,37 | 33,07 | 32,59 | 30,75 |
| **Gasproduction in den einzelnen Destillationsperioden:** | | | | | |
| Proc. des gesammten producirten Gases: | | | | | |
| in der 1. Stunde . . . | 24,9 | 25,0 | 24,7 | 24,1 | 23,4 |
| „ „ 2. „ . . . | 29,9 | 28,4 | 29,2 | 29,6 | 26,9 |
| „ „ 3. „ . . . | 28,8 | 28,6 | 29,8 | 29,4 | 29,0 |
| „ „ 4. „ . . . | 16,4 | 18,0 | 16,3 | 16,9 | 20,7 |
| Temperatur des Ofens . . | 1326,7° | 1328,3° | 1212,3° | 1282,3° | 1222,6° |
| **Zusammensetzung und Leuchtkraft des Gases:** | | | | | |
| | I. | II. | III. | IV. | V. |
| Kohlensäure . . . . . | 1,47 | 1,58 | 1,72 | 2,79 | 3,13 |
| Kohlenoxyd . . . . . | 6,68 | 7,19 | 8,21 | 9,86 | 11,93 |
| Wasserstoff . . . . . | 54,21 | 52,79 | 50,10 | 45,45 | 42,26 |
| Sumpfgas und Stickstoff . | 34,37 | 34,43 | 35,03 | 36,42 | 37,14 |
| Aromat. Kohlenwasserstoffe | 0,79 | 0,99 | 0,96 | 1,04 | 0,88 |
| Schwere Kohlenwasserstoffe[1]) | 2,48 } 3,27 | 3,02 } 4,01 | 3,98 } 4,94 | 4,44 } 5,48 | 4,66 } 5,54 |
| Aromat. Kohlenwasserstoffe in Gramm für 1 cbm Gas . . . . . | 29,67 | 37,02 | 35,96 | 38,94 | 33,02 |
| Specif. Gewicht des Gases | 0,352 | 0,376 | 0,399 | 0,441 | 0,482 |
| Gasverbrauch für 1 Carcel Liter . . . . . | 132,1 | 111,7 | 103,8 | 102,1 | 101,8 |
| Lichtmenge (Carcel) aus 100 k Kohle . . . . . | 227 | 278 | 295 | 291 | 269 |

**Nebenproducte.**

| | I. | II. | III. | IV. | V. |
|---|---|---|---|---|---|
| Koks aus 100 k Kohle . hl | 1,970 | 1,966 | 1,778 | 1,696 | 1,627 |
| Gewicht von 1 hl Koks . k | 36,3 | 34,4 | 36,5 | 35,9 | 35,7 |
| Koks aus 100 k Kohle . k | 71,5 | 67,6 | 64,9 | 60,9 | 57,8 |
| Koksstaub für 100 k Koks . | 11,09 | 9,71 | 12,64 | 15,94 | 20,0 |
| Condensationsproducte: | | | | | |
| Theer aus 100 k Kohle . k | 3,902 | 4,652 | 5,079 | 5,478 | 5,592 |
| Gaswasser a. 100 k Kohle k | 4,584 | 5,567 | 6,805 | 8,616 | 9,861 |
| | 8,486 | 10,219 | 11,884 | 14,094 | 15,453 |

[1]) Unter „schwere Kohlenwasserstoffe" sind stets die ungesättigten Kohlenwasserstoffe der Fettreihe verstanden.

Die Koksausbeute nimmt mit der Sauerstoffzunahme ab, die Condenationsproducte nehmen dagegen zu. Unabhängig vom Sauerstoffgehalte sind ie aromatischen Kohlenwasserstoffe, der Schwefelgehalt der Kohle und der Aschengehalt der Kohle. — Die Kohlen vom Typus III sind die besten Gaskohlen. Sie liefern reichliches und gutes Gas und guten Koks. Die Kohlen om Typus I und II geben viel Koks, dagegen ein schlechtes Gas. Typus V und V giebt ein Gas von oft sehr großer Leuchtkraft, jedoch wenig und schlechten Koks.

Entgasungsversuche bei verschiedenen Temperaturen ergaben:

| | Destillation bei Rothglut | |
|---|---|---|
| | dunkel | hell |
| 0 k Kohlen geben Gas . . . . . cbm | 19,71 | 28,79 |
| 0 k „ „ Theer . . . . . k | 8,78 | 4,94 |
| 0-Proc. Kohlensäure im Gas . . . . . | 4,3 | 3,0 |
| chwere Kohlenwasserstoffe (außer Benzol) . . . . | 6,73 | 5,31 |
| romat. Kohlenwasserstoffe bei —22° condensirt . g | 10,725 | 15,593 |
| nstante . . . . . g | 23,500 | 23,500 |
| Summe . . . | 34,225 | 39,093 |
| romat. Kohlenwasserstoffe aus 100 k Kohle . . k | 0,674 | 1,125 |
| chwere Kohlenwasserstoffe aus 100 k Kohle . . Ltr. | 1326 | 1439 |

Die Menge der aromatischen Kohlenwasserstoffe im Gas wächst also mit Destillationstemperatur. Dagegen wechseln die Benzolmengen im Theer art, daß sie mit denen im Gas trotzdem das Gleichgewicht wieder herstellen nen. Die aromatischen Kohlenwasserstoffe vertheilen sich wie folgt:

| Für 100 k Steinkohle | Bei niederer Temperatur k | Bei hoher Temperatur k |
|---|---|---|
| n Gas . . . . . | 0,674 | 1,125 |
| n Theer . . . . . | 0,175 | etwa 0,050 |
| | 0,849 | 1,175 |

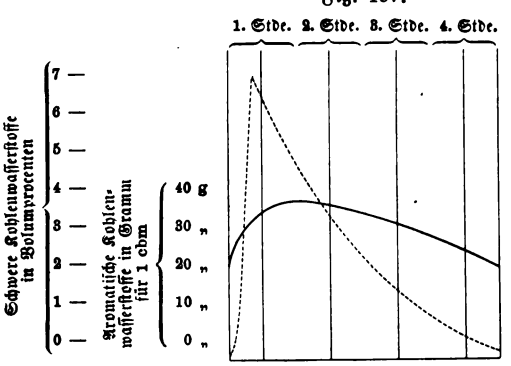
Die Temperaturerhöhung bewirkte sonach eine Zunahme von 0,326 k. — wurde ferner gezeigt, daß die ersten Kohlentypen I und II viel reicher an nzol sind als IV und V. Ebenso ist das Gas, welches bei hoher Tematur erzeugt wird, viel reicher an aromatischen Kohlenwasserstoffen, und diese iederum viel reicher an reinem Benzol als das bei niederer Temperatur eugte Gas, wie folgende Tabelle zeigt:

| Bezeichnung | Kohlenwasserstoffe bei Rothglut | |
|---|---|---|
| | dunkel | hell |
| | Proc. | Proc. |
| Siedepunkt zwischen 80 und 90° . . . . . | 39,76 | 57,6 |
| „ „ 90 „ 105° . . . . . | 28,10 | 20,9 |
| „ „ 105 „ 140° . . . . . | 27,10 | 16,8 |
| „ über 140° . . . . . | 5,04 | 1,7 |

Dieser Unterschied spricht sich auch in der Leuchtkraft aus, indem die Lic gebung von 1 g der aromatischen Kohlenwasserstoffe in den bei hoher Te peratur erzeugten Gasen viel größer ist als in denen, welche bei niederer Te peratur entstehen.

Der Verlauf der Entwickelung der aromatischen Kohlenwasserstoffe währe der einzelnen Destillationsperioden wurde sowohl im Gas nach d Condensationsapparaten, als direct in der Retorte geprüft. Folgende Sch linien (Fig. 197) zeigen diesen Verlauf. Die ausgezogene Curve stellt d

Fig. 197.




Verlauf der Bildung a matischer Kohlenwas stoffe in Gramm für 1 c Gas, die punktirte Cu den der schweren Koh wasserstoffe in Volum centen dar. Man kann Verlauf der Curven klären, wenn man mit B thelot annimmt, daß steigender Temperatur der Retorte die schw Kohlenwasserstoffe auf ander einwirken und Benzol bilden. Das Benzol erreicht auf diese Weise nach 30 bis 45 Min seinen Höchstwerth, welcher sich bis zur Mitte der Destillation ziemlich er Versuche mit höheren Temperaturen ergaben, daß, wenn man bereits gereini Gas vom Beginn der Destillation, am Fabrikationsgasmesser entnommen, hitzt, eine nur sehr geringe Veränderung zu bemerken ist. Bei einer Ue hitzung des Gases, wie es aus der Retorte kommt, zeigt es sich, daß im gemeinen das Benzol widerstandsfähiger gegen Zersetzung ist wie die and Kohlenwasserstoffe.

Bunte und Binder[1]) versuchten Kohlen folgender Zusammensetzung

[1]) Fischer's Jahresber. 1897, 95.

| | Westfälische Kohle Consolidation | Englische Kohle Boldon | Saarkohle Heinitz I | Böhmische Kohle Thurn und Taxis | Sächsische Kohle Bürgergewerkschaft | Plattenkohle |
|---|---|---|---|---|---|---|
| off . . . . . | 78,94 | 80,18 | 77,18 | 71,97 | 68,75 | 67,41 |
| off . . . . . | 5,22 | 5,01 | 4,97 | 5,36 | 4,91 | 5,98 |
| ff + N + S . . . . | 7,59 | 8,47 | 9,27 | 10,18 | 11,05 | 8,87 |
| . . . . . | 1,64 | 0,74 | 2,00 | 5,61 | 7,79 | 3,33 |
| . . . . . | 6,62 | 5,61 | 6,48 | 6,88 | 7,50 | 14,43 |
| | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Zusammensetzung der Kohlensubstanz.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| off . . . . . | 86,04 | 85,63 | 84,44 | 82,25 | 81,16 | 81,95 |
| off . . . . . | 5,69 | 5,35 | 5,43 | 6,12 | 5,80 | 7,27 |
| ff + (N + S) . . . | 8,27 | 9,02 | 10,13 | 11,64 | 13,04 | 10,78 |
| | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

ie Versuchsretorte wurde mit 150 k Kohlen geladen, die Ofentemperatur
insep'schen Legirungen bestimmt.

| ohle | 100 k Kohle gaben | | | | | 100 k Kohle geben Gas | Temperatur im Ofen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Koks | Theer | Gaswasser | Gas | Verlust | | |
| | k | k | k | k | k | cbm | |
| che . . . | 71,4 | 4,09 | 4,44 | 16,95 | 3,12 | 30,33 | 1360 bis 1385° |
| le . . . . | 68,3 | 5,33 | 6,90 | 17,71 | 1,76 | 30,18 | 1205 „ 1290 |
| e . . . . | 63,3 | 5,79 | 9,06 | 18,52 | 3,33 | 28,47 | 1240 „ 1350 |
| r . . . . | 62,7 | 5,22 | 11,89 | 15,81 | 4,38 | 25,46 | 1180 „ 1240 |
| hle . . . | 56,3 | 8,81 | 6,45 | 25,72 | 2,72 | 30,38 | 1180 „ 1350 |

er Einfluß des Sauerstoffgehaltes der Kohle macht sich namentlich auf
swasser geltend. Der Kohlensäuregehalt des Gases bei der west-
Kohle betrug anfangs 4 Proc. und fiel auf 1,4 Proc., bei Saarkohl-
1,7 Proc., böhmische Schwarzkohle 6,2 bis 1,6 Proc. und Pl
5 bis 1,5 Proc. Die Zusammensetzung des gereinigten Gr

Weſtfäliſche Kohle (Conſolidation).

| Beginn der n ten Viertelſtunde | 2 | 5 | 9 | 13 | 16 | Miſchprobe |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Kohlenſäure, $CO_2$ | 1,8 | 2,0 | 1,1 | 0,7 | 0,7 | 1,2 |
| Schwere Kohlenwaſſerſtoffe, $C_mH_n$ | 6,0 | 4,2 | 2,4 | 1,4 | 1,2 | 3,2 |
| Kohlenoxyd, CO | 8,3 | 7,4 | 6,8 | 6,6 | 6,7 | 7,2 |
| Waſſerſtoff, H | 37,1 | 48,9 | 53,5 | 58,2 | 61,1 | 48,9 |
| Methan, $CH_4$ | 45,4 | 36,9 | 34,2 | 29,6 | 27,6 | 35,8 |
| Stickſtoff, N | 1,4 | 0,6 | 2,0 | 3,5 | 2,7 | 3,7 |
| | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

Saarkohle (Heinitz I).

| Beginn der n ten Viertelſtunde | 1 | 5 | 9 | 13 | 16 | Miſchprobe |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Kohlenſäure | 4,0 | 3,4 | 2,0 | 2,0 | 1,8 | 2,0 |
| Schwere Kohlenwaſſerſtoffe | 9,4 | 5,6 | 4,3 | 2,4 | 1,7 | 4,4 |
| Kohlenoxyd | 9,4 | 8,3 | 8,1 | 8,2 | 8,8 | 8,6 |
| Waſſerſtoff | 28,3 | 42,6 | 49,0 | 56,6 | 55,3 | 45,2 |
| Methan | 46,6 | 35,0 | 31,7 | 28,7 | 27,2 | 35,0 |
| Stickſtoff | 2,3 | 5,1 | 4,9 | 2,1 | 5,2 | 4,8 |
| | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

Böhmiſche Kohle (Littitz bei Pilſen).

| Beginn der n ten Viertelſtunde | 1 | 5 | 9 | 13 | 16 | Miſchprobe |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Kohlenſäure | 3,8 | 3,0 | 1,4 | 1,1 | 1,0 | 3,0 |
| Schwere Kohlenwaſſerſtoffe | 8,8 | 5,0 | 2,1 | 1,1 | 0,8 | 4,4 |
| Kohlenoxyd | 11,0 | 10,3 | 10,0 | 9,3 | 10,9 | 10,0 |
| Waſſerſtoff | 30,3 | 43,1 | 50,3 | 60,3 | 58,9 | 45,2 |
| Methan | 41,4 | 35,8 | 30,2 | 23,4 | 20,9 | 33,0 |
| Stickſtoff | 4,7 | 2,8 | 6,0 | 4,8 | 7,5 | 4,4 |
| | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

Sächſiſche Kohle (Bürgergewerkſchaft Zwickau).

| Beginn der n ten Viertelſtunde | 2 | 5 | 9 | 13 | 16 | Miſchprobe |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Kohlenſäure | 3,4 | 3,0 | 1,9 | 1,2 | 0,8 | 2,2 |
| Schwere Kohlenwaſſerſtoffe | 8,7 | 5,5 | 2,5 | 1,3 | 0,5 | 4,0 |
| Kohlenoxyd | 10,5 | 10,2 | 9,3 | 9,0 | 8,7 | 9,5 |
| Waſſerſtoff | 28,6 | 42,1 | 50,9 | 56,6 | 63,3 | 45,3 |
| Methan | 46,9 | 37,1 | 32,4 | 28,7 | 23,6 | 35,9 |
| Stickſtoff | 1,9 | 2,1 | 3,0 | 3,2 | 3,1 | 3,1 |

| | Westfälische Kohle Consolidation | Englische Kohle Boldon | Saarkohle Heinitz I | Böhmische Kohle Thurn und Taxis | Sächsische Kohle Bürgergewerkschaft | Plattenkohle |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Kohlenstoff . . . . . | 78,94 | 80,18 | 77,18 | 71,97 | 68,75 | 67,41 |
| Wasserstoff . . . . . | 5,22 | 5,01 | 4,97 | 5,36 | 4,91 | 5,98 |
| Sauerstoff + N + S . . . . | 7,59 | 8,47 | 9,27 | 10,18 | 11,05 | 8,87 |
| Wasser . . . . . | 1,64 | 0,74 | 2,00 | 5,61 | 7,79 | 3,33 |
| Asche . . . . . | 6,62 | 5,61 | 6,48 | 6,88 | 7,50 | 14,43 |
| | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Zusammensetzung der Kohlensubstanz.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Kohlenstoff . . . . . | 86,04 | 85,63 | 84,44 | 82,25 | 81,16 | 81,95 |
| Wasserstoff . . . . . | 5,69 | 5,35 | 5,43 | 6,12 | 5,80 | 7,27 |
| Sauerstoff + (N + S) . . . | 8,27 | 9,02 | 10,13 | 11,64 | 13,04 | 10,78 |
| | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Die Versuchsretorte wurde mit 150 k Kohlen geladen, die Ofentemperatur mit Prinsep'schen Legirungen bestimmt.

| Kohle | 100 k Kohle gaben | | | | | 100 k Kohle geben Gas | Temperatur im Ofen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Koks | Theer | Gaswasser | Gas | Verlust | | |
| | k | k | k | k | k | cbm | |
| Westfälische . . . | 71,4 | 4,09 | 4,44 | 16,95 | 3,12 | 30,33 | 1360 bis 1385° |
| Saarkohle . . . . | 68,3 | 5,33 | 6,90 | 17,71 | 1,76 | 30,18 | 1205 „ 1290 |
| Böhmische . . . . | 63,3 | 5,79 | 9,06 | 18,52 | 3,33 | 28,47 | 1240 „ 1350 |
| Wikauer . . . . | 62,7 | 5,22 | 11,89 | 15,81 | 4,38 | 25,46 | 1180 „ 1240 |
| Plattenkohle . . . | 56,3 | 8,81 | 6,45 | 25,72 | 2,72 | 30,38 | 1180 „ 1350 |

Der Einfluß des Sauerstoffgehaltes der Kohle macht sich namentlich auf das Gaswasser geltend. Der Kohlensäuregehalt des Gases bei der westfälischen Kohle betrug anfangs 4 Proc. und fiel auf 1,4 Proc., bei Saarkohle 1,5 bis 1,7 Proc., böhmische Schwarzkohle 6,2 bis 1,6 Proc. und Plattenkohle 5,6 bis 1,5 Proc. Die Zusammensetzung des gereinigten Gases ergiebt folgende:

wand schon geringe Druckschwankungen von 0,5 mm Wassersäule beim Absaugen des gebildeten Gases verschieden große Mengen Verbrennungsgase aus den Heizcanälen in die Ofenkammer dringen lassen. Die verwendete Kohle enthielt 13,5 Proc. Wasser, die trockene Kohle 7,5 Proc. Asche. Die Ofenfüllung betrug 62 hk trockene Kohle, welche in 32 Stunden verkokt war. Die Ausbeute an Koks betrug im Mittel von einigen Monaten 73 Proc., Theer 4 Proc., schwefelsaures Ammoniak 1,5 Proc. Für Theer und Ammoniak sind dies Werthe, wie sie nur selten im Ruhrkohlenrevier erzielt werden. Die Kohle enthielt 1,47 Proc. N, der Koks 1,168 Proc. N; 21,7 Proc. des Kohlenstickstoffs waren demnach in $NH_3$ umgesetzt, 58 Proc. im Koks geblieben. Die Ofentemperatur in den Wandcanälen des Ofens betrug unten 1250°, oben 1050°. Die Temperatur wurde mittelst des thermo-elektrischen Pyrometers nach Le Chatelier gemessen. Die Analysen zeigt Fig. 198, S. 187.

Sehr mannigfaltig sind die Umsetzungen der ursprünglichen Destillationsproducte durch Hitze. Die älteren Versuche, besonders die von Berthelot, wurden bereits Bd. I, S. 284 besprochen. Schultz [1]) fand, daß beim Durchleiten von Benzol durch glühende Röhren Wasserstoff, Acetylen, Diphenyl, Diphenylbenzol, Isodiphenylbenzol, Triphenylen, Picen und hochsiedende Oele entstehen. Toluol giebt nach Gräbe Benzol, Anthracen, Diphenyl und Phenanthren. Entsprechende Versuche mit Braunkohlentheeröl, Erdöl u. dergl. bestätigen, daß besonders die gegen Hitze am beständigsten Kohlenwasserstoffe: Methan, Acetylen, Aethylen und Kohlenwasserstoffe der aromatischen Reihe, besonders Benzol und dessen Homologe, Naphtalin, Anthracen, Phenanthren und Chrysen entstehen. Je höher die Hitze, um so mehr wird von diesen Verbindungen gebildet (vergl. Bd. I, S. 286).

Ferko [2]) leitete die Dämpfe verschiedener Verbindungen durch ein glühendes Eisenrohr. Benzol und Aethylen gaben, unter Abscheidung von Kohle und Freiwerden von Wasserstoff Diphenyl, dann Styrol, Phenanthren und Anthracen:

$$C_6H_6 + C_2H_4 = C_6H_5.C_2H_3 + 2H_2,$$
$$2C_6H_6 + C_2H_4 = C_{14}H_{10} + 3H_2.$$

Toluol lieferte namentlich Benzol, dann Naphtalin, Diphenyl, Anthracen, Styrol und wenig Phenanthren; Kohle wurde nur wenig ausgeschieden. Mit Toluol und Aethylen wurden größere Mengen derselben Stoffe erhalten. Naphtalin gab Dinaphtyl; Naphtalin und Aethylen gaben Dinaphtyl und wenig Phenanthren und Acenaphten. Aethylbenzol lieferte Benzol, Toluol, Styrol, Naphtalin, Diphenyl, Phenanthren und Anthracen.

Methan durch ein auf 1100° erhitztes Platinrohr geleitet lieferte nach Lewes [3]) 3,2 Proc. ungesättigte Kohlenwasserstoffe und 1,8 Proc. Acetylen. Aus Aethylen wurden bei Beginn der Einwirkung der Hitze zunächst Acetylen und Methan gebildet: $3C_2H_4 = 2C_2H_2 + 2CH_4$, dann polymerisirt das Acetylen sich zu Verbindungen complicirterer Zusammensetzung: $3C_2H_2$

[1]) Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1872, 682; 1873, 415; 1876, 547; 1878, 95. — [2]) Das. 1887, 105. — [3]) Proc. Chem. Soc. 1892, 47; J. of Gaslight. 1894, 329.

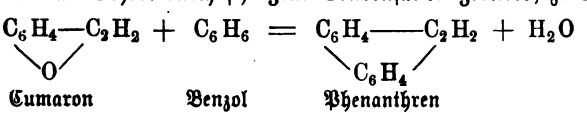
$C_6H_6$, welche durch weitere Polymerisation und gegenseitige Einwirkung e große Zahl weiterer Verbindungen entstehen lassen. Steigt die Tem- atur noch weiter, so setzt sich das bei der ersten Einwirkung gebildete Methan Acetylen und Wasserstoff um: $2\,CH_4 = C_2H_2 + 3\,H_2$, und wenn die te die Zersetzungstemperatur des Acetylens erreicht hat, welche mit dessen rdünnungsgrad variirt, findet keine Polymerisation desselben mehr statt, son- rn das Acetylen zerfällt direct in Kohlenstoff und Wasserstoff.

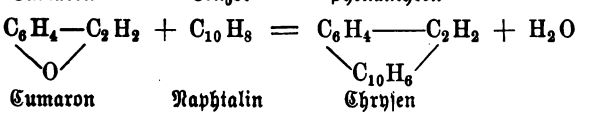
Aethylen mit Wasserdampf gemischt und durch ein rothglühendes Por- lanrohr geleitet giebt nach Coquillion[1]) Kohlensäure, Kohlenoxyd und asserstoff.

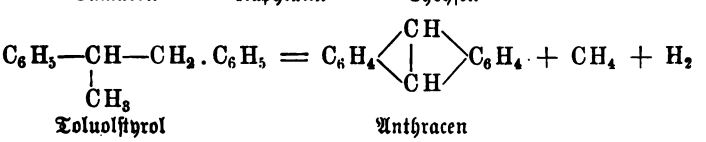
Wird reines Aethylengas durch eine dunkelroth glühende Glasröhre leitet, so bildet sich nach Norton und Noyes[2]) unter Abscheidung von ohle: Benzol, Naphtalin, wahrscheinlich Anthracen, ferner Methan, Aethan, ropylen, Butylen und Crotonylen; letzteres entsteht: $2\,C_2H_4 = C_4H_6 + H_2$.

Phenol über glühende Kohle geleitet giebt nach Smith[3]) Benzol und ohlenoxyd, Phenol und Wasserstoff giebt Benzol, Kresol liefert Toluol.

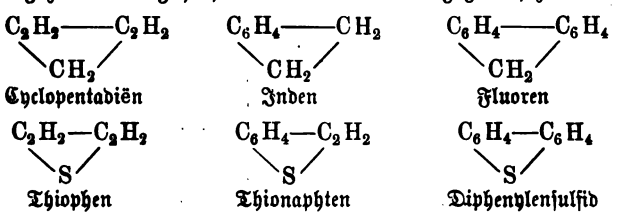
Nach G. Krämer[4]) haben sich die hochmolecularen Kohlenwasserstoffe s Cumaron und Styrol durch pyrogene Condensation gebildet; z. B.:



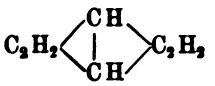



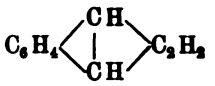



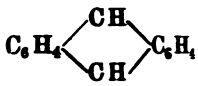

Die aus den ursprünglichen Spaltungsproducten Methan, Aethylen, ethylen, Formaldehyd und Ammoniak meist durch secundäre Rückbildung ent- henden Producte pyrogener Zersetzung fügen sich zu poly- besonders tri- olecularen Verbindungen zusammen, welche unter weiterer Wasserstoffabspaltung anlassung zur Bildung hochmolecularer Verbindung geben; z. B.:

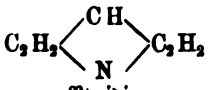


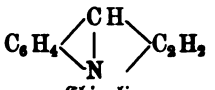

[1]) J. usines à gaz 1890, 355. — [2]) Amer. Chem. Journ. 8, 362. — [3]) Fischer's hresber. 1890, 112. — [4]) Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1890, 84, 3169, 3269 und 76; 1896, 552.

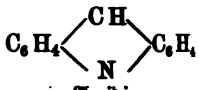

Benzol


Naphtalin


Anthracen


Pyridin


Chinolin


Acridin

Das Verhalten des Stickstoffs der Kohle bei der trock Destillation ist auch praktisch wichtig (S. 145). Foster[1]) e Durhamkohle:

| | | |
|---|---|---|
| Kohlenstoff | 84,34 | Proc. |
| Wasserstoff | 5,30 | „ |
| Stickstoff | 1,73 | „ |
| Schwefel | 0,78 | „ |
| Sauerstoff | 4,29 | „ |
| Wasser | 1,14 | „ |
| Asche | 2,42 | „ |

Dabei wurden

| | | |
|---|---|---|
| als Ammoniak entwickelt | 14,50 | Proc. |
| „ Cyan entwickelt | 1,56 | „ |
| „ freier Stickstoff entwickelt | 35,26 | „ |
| Im Koks blieben zurück | 48,68 | „ |

Foster erhitzte nun den Koks im eisernen Rohre und leitete D hindurch; von 100 Thln. Stickstoff im Koks bildeten jetzt noch 61,6 Ammoniak, 35 Proc. blieben im Koks zurück, 3,4 Thle. als Rest unbest Dabei verlor aber der Koks 42 Proc. am Gewicht. — Bei der Destil von 250 k englischer Kohle bestimmte er auch die Mengen des von 45 Minuten gebildeten Gases und Ammoniaks:

| Zeitabschnitt | Gasproduction | $NH_3$-Production |
|---|---|---|
| 45 Min. | 19,82 cbm | 11 g |
| 45 „ | 14,44 „ | 16 „ |
| 45 „ | 13,31 „ | 30 „ |
| 45 „ | 13,03 „ | 20 „ |
| 45 „ | 15,01 „ | 24 „ |
| 45 „ | 4,81 „ | 8 „ |
| 60 „ | 2,83 „ | 2 „ |
| 5 Std. 30 Min. | 83,25 cbm | 111 g |

Cl. Winkler[2]) untersuchte die Kohlen und die daraus gewonnenen der Koksanlage in Deuben. Die eingesetzte Beschickung von 50 hl oder 4( Steinkohle hatte folgende Zusammensetzung:

| | | |
|---|---|---|
| Kohlenstoff | 58,44 | Proc. |
| Wasserstoff | 3,75 | „ |
| Sauerstoff | 5,99 | „ |
| Stickstoff | 1,08 | „ |
| Schwefel | 1,92 | „ |
| Asche | 10,05 | „ |
| Wasser | 18,77 | „ |

[1]) J. Chem. Soc. 1883, 105. — [2]) Jahrb. f. Berg- u. Hüttenwes Sachsen 1884.

eferte:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 15,0 hl | oder | 719,5 k | guten Koks |
| 33,0 „ | „ | 1359,5 „ | Cinder |
| 2,3 „ | „ | 144,0 „ | Koksasche |
| 50,3 hl | oder | 2223,0 k | |

erhältniß dieser Gewichte wurde die Durchschnittsprobe zusammengesetzt, bestand aus:

| | |
|---|---|
| Kohlenstoff | 72,88 Proc. |
| Wasserstoff | 0,48 „ |
| Sauerstoff | 2,31 „ |
| Stickstoff | 0,56 „ |
| Schwefel | 2,56 „ |
| Asche | 18,36 „ |
| Wasser | 2,85 „ |

ach lieferten 100 Thle. obiger Steinkohle bei der Verkokung:

53,2 Thle. Koks [1])

| | mit | | entsprechend |
|---|---|---|---|
| Kohlenstoff | 39,91 | Thle. | 68,3 Proc. |
| Wasserstoff | 0,26 | „ | 6,9 „ |
| Sauerstoff | 1,27 | „ | 21,2 „ |
| Stickstoff | 0,31 | „ | 28,7 „ |
| Schwefel | 1,40 | „ | 72,9 „ |
| Asche | 10,05 | „ | 100,0 „ |
| Wasser | — | „ | 0,0 „ |
| | 53,20 | Thle. | |

46,8 Thle. flüchtige Producte

| | mit | | entsprechend |
|---|---|---|---|
| Kohlenstoff | 18,53 | Thle. | 31,7 Proc. |
| Wasserstoff | 3,49 | „ | 93,1 „ |
| Sauerstoff | 4,72 | „ | 78,8 „ |
| Stickstoff | 0,77 | „ | 71,3 „ |
| Schwefel | 0,52 | „ | 27,1 „ |
| Asche | — | „ | 0,0 „ |
| Wasser | 18,77 | „ | 100,0 „ |
| | 46,80 | Thle. | |

el von dem bei diesem Versuche in die flüchtigen Producte übergegangenen offe darin in Gestalt von Ammoniak enthalten war, ließ sich nicht er-

. **Knublauch** [2]) fand folgende Vertheilung des Stickstoffs auf die ein-Stickstoffproducte bei zwei westfälischen Kohlen und einer Saarkohle:

| | Stickstoff auf Kohle bezogen: | | | Vom Stickstoff in Proc.: | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Westf. Kohle I. | Westf. Kohle II. | Saarkohle | Westf. Kohle I. | Westf. Kohle II. | Saarkohle |
| . . . . . | 0,4660 | 0,526 | 0,7510 | 30,0 | 35,6 | 63,9 |
| . . . . . | 0,8560 | 0,6964 | 0,1896 | 55,0 | 47,1 | 16,1 |
| iak . . . . | 0,1850 | 0,2086 | 0,1874 | 11,9 | 14,1 | 15,9 |
| . . . . . | 0,0268 | 0,0268 | 0,0480 | 1,8 | 1,8 | 4,1 |
| . . . . . | 0,0212 | 0,0212 | | 1,3 | 1,4 | |
| . . . . . | 1,550 | 1,479 | 1,760 | 100 | 100 | 100 |

) Vgl. Ammoniak in Koksofengasen: Stahl u. Eisen 1885, 418. — [2]) Journ. el. 1883, 440; 1895, 753.

Schilling[1]) entgaſte Kohlen in einer Gasretorte. Folgende Tabelle zei die ermittelte Gasausbeute aus 150 k Kohlen innerhalb vier Stunden u den Ammoniakgehalt von 1 cbm Gas ohne oder mit 2,5 Proc. Kalkzuſatz:

| nte halbe Stunde | ohne Kalk | | | | mit Kalk | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Verſuch I | | Verſuch II | | Verſuch III | | Verſuch IV | |
| | Gas cbm | $NH_3$ g | Gas cbm | $NH_3$ g | Gas cbm | $NH_3$ g | Gas cbm | $NH_3$ g |
| | I. Weſtfäliſche Kohle. | | | | | | | |
| 1 | 7,66 | 8,83 | 8,46 | 8,06 | 7,94 | 9,84 | 6,26 | 11,0 |
| 2 | 7,13 | 10,67 | 7,04 | 10,22 | 6,45 | 11,83 | 5,37 | 12,4 |
| 3 | 7,13 | 10,73 | 6,42 | 9,76 | 5,90 | 11,38 | 5,01 | 12,2 |
| 4 | 6,60 | 9,23 | 5,89 | 8,45 | 5,72 | 10,35 | 4,83 | 11,8 |
| 5 | 6,06 | 7,85 | 5,63 | 6,29 | 5,18 | 9,77 | 4,84 | 10,3 |
| 6 | 5,36 | 6,81 | 5,09 | 5,57 | 4,82 | 8,17 | 4,48 | 8,9 |
| 7 | 4,12 | 5,50 | 4,38 | 4,65 | 4,23 | 6,94 | 4,48 | 7,5 |
| 8 | 1,74 | 4,32 | 2,17 | 3,15 | 2,57 | 5,79 | 2,79 | 6,0 |
| | II. Saarkohle. | | | | | | | |
| 1 | 4,93 | 6,31 | 5,77 | 5,66 | 5,85 | 6,97 | 5,15 | 8,6 |
| 2 | 5,41 | 7,17 | 5,81 | 8,32 | 6,20 | 8,48 | 5,29 | 9,2 |
| 3 | 6,03 | 8,22 | 5,99 | 8,52 | 6,37 | 8,88 | 5,46 | 9,0 |
| 4 | 6,03 | 7,43 | 5,63 | 7,48 | 6,37 | 8,15 | 5,29 | 8,6 |
| 5 | 5,76 | 7,43 | 5,28 | 6,76 | 5,85 | 7,10 | 5,29 | 7,8 |
| 6 | 5,42 | 5,53 | 4,85 | 6,11 | 5,59 | 6,05 | 4,98 | 6,8 |
| 7 | 4,90 | 5,26 | 4,49 | 5,20 | 5,16 | 4,60 | 4,76 | 5,9 |
| 8 | 2,93 | 4,41 | 2,74 | 4,68 | 2,81 | 3,02 | 3,00 | 4,8 |
| | III. Schleſiſche Kohle. | | | | | | | |
| 1 | 5,56 | 9,56 | 4,77 | 9,37 | 5,43 | 10,29 | 5,49 | 10,6 |
| 2 | 5,56 | 12,48 | 5,54 | 11,65 | 5,96 | 12,93 | 6,03 | 13,1 |
| 3 | 5,73 | 12,48 | 5,96 | 12,99 | 6,13 | 12,86 | 6,46 | 13,4 |
| 4 | 5,91 | 11,82 | 6,05 | 11,38 | 6,22 | 11,61 | 6,46 | 11,7 |
| 5 | 5,65 | 10,56 | 5,62 | 9,84 | 5,87 | 9,83 | 6,29 | 10,1 |
| 6 | 5,47 | 9,56 | 6,14 | 9,17 | 5,61 | 7,72 | 5,95 | 8,2 |
| 7 | 4,87 | 7,04 | 4,33 | 7,36 | 4,91 | 5,67 | 4,89 | 6,2 |
| 8 | 2,46 | 5,05 | 2,45 | 5,82 | 2,82 | 3,63 | 2,72 | 4,7 |

Die Größe der Ammoniakausbeute iſt zunächſt von dem Stickſtoffgeh der Steinkohle, dann aber auch anſcheinend von dem Sauerſtoffgehalte Kohlenſubſtanz abhängig, indem mit ſteigendem Sauerſtoff die Ammoniakm abnimmt. Da ferner die Menge der bei der Deſtillation ſich entwickeln flüchtigen Beſtandtheile mit dem Sauerſtoff wächſt, ſo folgt hieraus auch, die Ammoniakproduction umgekehrt mit ſteigender Menge der flüchtigen P ducte abnehmen muß, d. h., daß die jüngeren Kohlen, welche am meiſten flüch

[1]) Inaug.-Diſſertation, München 1887.

Substanz und am wenigsten Kohlenstoff besitzen, am wenigsten Ammoniak liefern. — Die Gesammtvertheilung des Stickstoffs stellte sich für sämmtliche untersuchten Kohlen folgendermaßen:

| | Westfälische Kohle | | Englische Kohle | | Schlesische Kohle | | Böhmische Kohle | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Procente | | Procente | | Procente | | Procente | |
| | der Kohle | des Stickstoffs | der Kohle | des Stickstoffs | der Kohle | des Stickstoffs | der Kohle | des Stickstoffs |
| Stickstoff als Ammoniak entwickelt: | | | | | | | | |
| ne Kalk . . . . . | 0,204 | 13,6 | 0,156 | 10,8 | 0,234 | 17,4 | 0,195 | 14,2 |
| Kalk . . . . . | 0,226 | 15,2 | 0,203 | 14,0 | 0,244 | 17,9 | 0,186 | 13,8 |
| Stickstoff im Koks: | | | | | | | | |
| ne Kalk . . . . . | 0,96 | 64,0 | 1,02 | 70,0 | 0,95 | 69,0 | 0,77 | 57,0 |
| Stickstoff als Rest (unbestimmt): | | | | | | | | |
| ne Kalk . . . . . | 0,336 | 22,4 | 0,274 | 19,2 | 0,186 | 13,6 | 0,395 | 28,8 |
| Kalk . . . . . | 0,314 | 20,8 | 0,227 | 16,0 | 0,176 | 13,1 | 0,404 | 29,2 |
| Summe: | | | | | | | | |
| mmtstickstoff . . | 1,50 | 100,0 | 1,45 | 100,0 | 1,37 | 100,0 | 1,36 | 100,0 |

| | Sächsische Kohle | | Saarkohle | | Plattenkohle | | Braunkohle | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Procente | | Procente | | Procente | | Procente | |
| | der Kohle | des Stickstoffs | der Kohle | des Stickstoffs | der Kohle | des Stickstoffs | der Kohle | des Stickstoffs |
| Stickstoff als Ammoniak entwickelt: | | | | | | | | |
| ne Kalk . . . . . | 0,077 | 6,4 | 0,155 | 14,8 | 0,182 | 12,4 | 0,106 | 2,07 |
| Kalk . . . . . | 0,142 | 11,9 | 0,171 | 16,2 | 0,188 | 12,7 | 0,103 | 19,9 |
| Stickstoff im Koks: | | | | | | | | |
| ne Kalk . . . . . | 0,86 | 72,0 | 0,85 | 80,0 | 0,56 | 38,0 | 0,23 | 44,0 |
| Stickstoff als Rest (unbestimmt): | | | | | | | | |
| ne Kalk . . . . . | 0,263 | 21,6 | 0,055 | 5,2 | 0,748 | 49,6 | 0,184 | 35,3 |
| Kalk . . . . . | 0,198 | 16,1 | 0,039 | 3,8 | 0,742 | 49,3 | 0,187 | 36,1 |
| Summe: | | | | | | | | |
| ammtstickstoff . . | 1,20 | 100,0 | 1,06 | 100,0 | 1,49 | 100,0 | 0,52 | 100,0 |

Kohlen des Ostrauer Bezirks haben nach Jicinsky[1]) lufttrocken folgende Zusammensetzung:

| Flöz | Kohlenstoff | Wasserstoff | Sauerstoff | Stickstoff | Asche | Koksausbeute | Verkokungsgrad | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Johann . . . . | 81,74 | 5,53 | 6,18 | 1,31 | 5,24 | 67,0 | gut | Gaskohle |
| Adolf . . . . | 81,80 | 5,23 | 8,31 | 1,76 | 2,89 | 76,0 | sehr gut | „ |
| Günther . . . . | 80,54 | 5,09 | 7,66 | 1,43 | 5,27 | 75,0 | „ „ | Kokskohle |
| Franziska . . . | 83,35 | 4,66 | 5,06 | 1,52 | 5,37 | 81,4 | vorzügl. | „ |
| Juliana . . . . | 86,76 | 4,06 | 3,51 | 1,30 | 4,73 | 86,6 | mittelmäßig | anthracit. Kohle |

Der nutzbare Ammoniakstickstoff beträgt:

| Flöz (Ostrau) | Gesammtgehalt an N in Proc. der lufttrockenen Kohle | Hiervon zu $NH_3$ Gewinnung verwendbarer N: Vom Gesammt-Stickstoffgehalt | Hiervon zu $NH_3$ Gewinnung verwendbarer N: In Proc. von der Kohle | Giebt $NH_3$ in Proc. von der Kohle | Umgerechnet auf $(NH_4)_2SO_4$ | Gewinnbarer Theer in Proc. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Johann . . . . . | 1,31 | 0,140 | 0,184 | 0,244 | 0,94 | 1,7 |
| Adolf . . . . . | 1,76 | 0,126 | 0,222 | 0,270 | 1,04 | 1,7 |
| Günther . . . . . | 1,43 | 0,120 | 0,172 | 0,210 | 0,81 | 1,3 |
| Franziska . . . . . | 1,52 | 0,089 | 0,135 | 0,165 | 0,64 | 2,6 |
| Juliana . . . . . | 1,30 | 0,134 | 0,175 | 0,213 | 0,82 | 1,8 |

Ammoniak zerfällt beim Erhitzen in Stickstoff und Wasserstoff. Nach Ramsay und Young[2]) beginnt unter den für die Zersetzung günstigen Bedingungen (d. h. bei Anwendung einer Eisen- oder Porcellanröhre oder einer Glasröhre, welche mit Asbest gefüllt ist) dieselbe schon bei 500°. Bei 780° ist dieselbe fast ganz vollständig. Bei Anwendung von Glasgefäßen zur Erhitzung beginnt die Zersetzung erst bei ungefähr 780°. Die Geschwindigkeit, mit welcher das Gas die Röhre durchzieht, also die Dauer der Erhitzung, ist von sehr großem Einfluß auf die Zersetzung. Die Natur der Oberfläche des Erhitzungsgefäßes ist von großer Wichtigkeit für die Zersetzung. Die Zersetzung nimmt bedeutend zu, wenn die Erhitzungsfläche vergrößert wird.

Ammoniak über glühende Kohlen geleitet giebt Chauwasserstoff.

Alle diese verschiedenen Umstände erklären die außerordentliche Mannigfaltigkeit der Einwirkungsproducte der Steinkohlen.

[1]) [illegible] 1889 [illegible] — [2]) Journ. Soc. [illegible]

# Vergasung der Kohlen.

Für die Vergasung des Kohlenstoffs durch Sauerstoff, Kohlensäure oder Wasserdampf ergiebt sich folgende Wärmetönung:

| Reaction | Wärme im Feuerraum | Brennwerth des erhaltenen Gases |
|---|---|---|
| 1. $C + O_2 = CO_2$ 976 hw [1]) | 976 hw | 0 hw |
| 2. $C + O = CO$ 294 hw | 294 „ | 682 „ |
| 3. $C + CO_2 = 2CO$ $-$ 976 $+$ 588 | $-$ 388 „ | 1364 „ |
| 4. $C + H_2O = CO + H_2$ $-$ 582 $+$ 294 | $-$ 288 „ | 1264 „ |
| 5. $C + 2H_2O = CO + 2H_2$ $-$ 1164 $+$ 976 | $-$ 188 „ | 1164 „ |

12 k Kohlenstoff geben demnach bei der Verbrennung zu Kohlensäure 76 hw und (nach 3.) bei der Vergasung von 12 k Kohlenstoff durch 44 k Kohlensäure müssen im Feuerraume 388 hw zugeführt werden, während die erhaltenen 56 k Kohlenoxyd einen Brennwerth von 1364 hw haben.

Demnach wird bei der Vergasung des Kohlenstoffs nur durch freien Sauerstoff Wärme entwickelt, während bei gebundenem Sauerstoff Wärme gebunden wird.

Wie bereits Bd. I, S. 409 bemerkt, wird die Uebersicht der Vergasungsvorgänge bedeutend erleichtert, wenn man die Gase nicht nach Gewicht, sondern nach Volumen in Rechnung setzt. Da das Moleculargewicht in Kilogrammen aller Gase und Dämpfe = 22,3 cbm, so geben bei der Verbrennung von Kohlenstoff: $C + O_2 = CO_2$, z. B. 12 k Kohlenstoff mit 22,3 cbm Sauerstoff 22,3 cbm Kohlensäure; dagegen bei der Kohlenoxydbildung: $C + O = CO$ geben 12 k Kohlenstoff mit 11,15 cbm Sauerstoff 22,3 cbm Kohlenoxyd, oder 1 k Kohlenstoff mit 4,43 cbm atmosphärischer Luft 5,35 cbm theoretisches Generatorgas folgender Zusammensetzung:

| | |
|---|---|
| Kohlenoxyd . . . . . | 34,7 Proc. |
| Stickstoff . . . . . | 65,3 „ |

[1]) 1 hw = 100 w; vergl. Bd. I, S. 412. Für flüssiges Wasser würde sich ergeben:

| | Wärme im Feuerraum | Brennwerth des Gases |
|---|---|---|
| $C + H_2O = CO + H_2$ $-$ 690 $+$ 294 | $-$ 396 hw | 1372 hw |
| $C + 2H_2O = CO_2 + 2H_2$ $-$ 1380 $+$ 976 | $-$ 404 „ | 1380 „ |

Beim Verbrennen von Kohlenstoff in atmosphärischer Luft muß daher die Summe von Kohlensäure und Sauerstoff 21 Proc. betragen, während für Wasserstoff: $2H_2 + O_2 = 2H_2O$ für je 4 k Wasserstoff 22,3 cbm Sauerstoff verbraucht werden, um 36 k Wasser zu bilden. In derselben Weise wird auch der Brennwerth der Gase [1]) auf je 1 cbm (bei 0° und 760 mm) berechnet, z. B. für Kohlenoxyd: 68200 : 22,3 = 3058. 1 cbm Kohlenoxyd hat demnach einen Brennwerth von 3058 w. Danach ergiebt sich folgende Tabelle für den praktischen Gebrauch [2]):

| | Wasser von 0° als Verbrennungsproduct | | Wasserdampf von 20° als Verbrennungsproduct | |
|---|---|---|---|---|
| | 1 Mol. | 1 cbm | 1 Mol. | 1 cbm |
| | hw | w | hw | w |
| Benzoldampf, $C_6H_6$ | 7870 | 35290 | 7536 | 33830 |
| Propylen, $C_3H_6$ | 5000 | 22420 | 4676 | 20970 |
| Aethylen, $C_2H_4$ | 3412 | 15300 | 3196 | 14330 |
| Methan, $CH_4$ | 2135 | 9574 | 1919 | 8610 |
| Wasserstoff, $H_2$ | 690 | 3094 | 582 | 2610 |
| Kohlenoxyd, CO | 682 | 3058 | 682 | 3058 |

Bei der Vergasung bezw. Verdampfung fester oder flüssiger Stoffe wird Wärme in mechanische Energie umgesetzt; diese Wärmemenge ist gleich der Anzahl der Molecüle der gebildeten Gase multiplicirt mit 1,992 (273 + t). Für die Entgasung von 1 k Kohle (die Temperatur des Gases zu 0° berechnet) beträgt diese in mechanische Energie umgesetzte Wärme nur 12 bis 15 w, ist also technisch bedeutungslos. Für die Vergasung des Kohlenstoffs kommt diese nur bei Volumvergrößerung, also bei Kohlenoxydbildung in Frage, ist aber auch hier praktisch ohne Bedeutung.

Der Dissociation von Wasserdampf und Kohlensäure beim Erhitzen wird oft eine große Bedeutung bei Feuerungen und Gaserzeugern zugeschrieben. Manche „Erfinder“ wollen sogar Wasserdampf so erhitzen, daß er völlig zerfällt; der Sauerstoff soll dann durch Kohle gebunden werden, während der Wasserstoff sich an der Reaction gar nicht betheiligen soll.

Bunsen [3]) berechnete zuerst die Verbrennungstemperatur, indem er die Verbrennungswärme des Gemisches durch die Verbrennungsproducte multiplicirte, mit der specifischen Wärme dividirte. Es ergaben sich so bei constantem Druck:

| | in Sauerstoff | in Luft |
|---|---|---|
| Kohlenoxyd | 7067° | 3042° |
| Methan | 7851° | 5329° |
| Wasserstoff | 8061° | 3259° |

[1]) Fischer's Jahresber. 1882, 1143; 1887, 158; 1888, 458. L. Meyer hat später (Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1889, 833) dasselbe Verfahren angewendet. — [2]) In der Tabelle Bd. I, S. 410 waren leider bei der Correctur einige Fehler übersehen; die Tabelle ist hier berichtigt. — [3]) Gasometrische Methoden 1857, S. 250.

Bei constantem Volumen (geschlossenes Gefäß) im Sauerstoff:

| | | |
|---|---|---|
| Kohlenoxyd . . . . . | 8986° | entspr. 22,6 Atm. |
| Methan . . . . . | 10183° | „ 38,3 „ |
| Wasserstoff . . . . . | 10575° | „ 26,5 „ |

Aus dem bei der Entzündung von je 18,5 ccm Gasgemisch beobachteten Drucke berechnete er[1]) dann, daß das im richtigen Verhältnisse gemischte Knallgas von Kohlenoxyd und Sauerstoff bei der Verbrennung in einem geschlossenen Gefäße sich von 0° auf 3033° erhitzt, Wasserstoff und Sauerstoff (2:1) auf 2844°, Kohlenoxyd und atmosphärische Luft auf 1997° und Wasserstoff mit der erforderlichen Luftmenge auf 2024°[2]). Er schließt daraus, daß sowohl beim reinen Kohlenoxydknallgase als beim Wasserstoffknallgase nur ein Drittel des Gemenges sofort verbrennt. Beim Sinken der Temperatur verbinden sich auch die übrigen zwei Drittel, aber erst bei 1146° soll der letzte Antheil des Gases verbrennen.

Diese Berechnungen setzen voraus, daß die specifische Wärme von Kohlensäure und Wasserdampf constant bleibt. Nun hat aber Regnault (Bd. I, S. 144) sowie Wiedemann gezeigt, daß die specifische Wärme der Kohlensäure und anderer zusammengesetzter Gase (bis 210°) zunimmt. Mallard und Le Chatelier schließen, daß die specifische Wärme von Kohlensäure und Wasserdampf bei 2000° etwa doppelt so groß ist, als bisher für 200° angenommen wurde, die für Stickstoff, Sauerstoff und Kohlenoxyd etwa halb so groß als unter 200°[3]). Berthelot und Vieille[4]) leiten aus ihren Versuchen für die specifische Wärme des Wasserdampfes (1 Mol.) für hohe Temperaturen die empirische Formel:

$$16{,}2 + 0{,}0019\ (t - 2000)$$

und für Kohlensäure:

$$19{,}1 + 0{,}0015\ (t - 2000)$$

ab. Akermann[5]) berechnet nach den Versuchen von Wiedemann (Bd. I, S. 145), Winkelmann[6]), Mallard und Le Chatelier für Kohlensäure und Wasserdampf folgende specifische Wärmen bei constantem Druck:

| $t$ | Kohlensäure | Wasserdampf | $t$ | Kohlensäure | Wasserdampf |
|---|---|---|---|---|---|
| 0° | $C_0 - t$ 0,195 | $C_0 - t$ 0,427 | 900° | $C_0 - t$ 0,285 | $C_0 - t$ 0,655 |
| 100 | 0,206 | 0,454 | 1000 | 0,294 | 0,679 |
| 200 | 0,217 | 0,480 | 1100 | 0,303 | 0,703 |
| 300 | 0,227 | 0,506 | 1200 | 0,312 | 0,726 |
| 400 | 0,237 | 0,532 | 1300 | 0,321 | 0,750 |
| 500 | 0,247 | 0,557 | 1400 | 0,329 | 0,773 |
| 600 | 0,257 | 0,582 | 1500 | 0,338 | 0,796 |
| 700 | 0,266 | 0,607 | 1600 | 0,347 | 0,819 |
| 800 | 0,276 | 0,631 | 1700 | 0,355 | — |

[1]) Gasometrische Methoden, 2. Aufl., 1874, S. 325. — [2]) Als Mittelwerth nach Regnault und Wiedemann würde sich dagegen für constanten Druck eine Molecularwärme $= 8{,}41 + 0{,}0053\ t$ ergeben, somit für die Verbrennung von Kohlenoxyd in Sauerstoff $69\,000 : (8{,}41 + 0{,}0053\ t) = 2900°$. — [3]) Compt. rend. **93**, 1014. — [4]) Das. **84**, 407; **93**, 1014; **96**, 1186; **98**, 852. — [5]) Jernkont's Ann. 1891. — [6]) Pogg. Ann. **159**, 191.

Leider sind diese specifischen Wärmen nicht unmittelbar bestimmt, sondern aus dem bei der Explosion der Gasgemische beobachteten Druck berechnet, so daß zur endgültigen Erledigung dieser schwierigen Fragen weitere Versuche erforderlich sind. Jedenfalls sind die früheren Annahmen durchaus nicht geeignet, um mit Hülfe derselben Dissociationen von Kohlensäure und Wasserdampf zu berechnen.

S. Cl. Deville[1]) schloß aus seinen Versuchen[2]), daß Wasserdampf schon bei etwa 1000° anfängt zu zerfallen; von Kohlensäure, welche über auf 1300° erhitzte Porcellanscherben geleitet wurde, dissociirten 0,2 Proc. in Kohlenoxyd und Sauerstoff, während Kohlenoxyd bei schon niederer Hitze über Porcellanscherben geleitet theilweise in Kohlenstoff und Kohlendioxyd zerfällt. Letztere Angabe wird auch von Berthelot[3]) bestätigt.

Dixon[4]) beobachtete, daß bei der Explosion eines fast trockenen Gemisches von Kohlenoxyd und Sauerstoff die Röhrenwandung sich mit einer dünnen Schicht Kohle bedeckte, so daß Kohlenoxyd bei der Verbrennungstemperatur theilweise in $CO_2$ und C zerfallen war.

Nach Mallard und Le Chatelier[5]) ist bei der Verbrennungstemperatur des Wasserstoffknallgases in geschlossenem Raume (3480°) keine nennenswerthe Dissociation des Wasserdampfes zu bemerken. Kohlensäure zeigte bis 2000° keine Spur von Zersetzung.

Nach Versuchen von C. Langer und V. Meyer[6]) wird Kohlenoxyd bei etwa 1700° zum Theil zersetzt unter Abscheidung von Kohle: $2CO = C + CO_2$. Kohlensäure kann in Platingefäßen auf etwa 1700° ohne Zersetzung erhitzt werden. Beim Durchleiten durch ein mit Porcellanscherben gefülltes Rohr beginnt die Dissociation bei etwa 1300°. Wasserdampf zerfällt in sehr geringem Grade bei etwa 1200°. Jedenfalls ist Kohlensäure (richtiger Kohlendioxyd) beständiger als Kohlenoxyd.

Le Chatelier[7]) berechnet auf Grund früherer Versuche die Größe des Zerfalles der Kohlensäure unter verschiedenen Bedingungen. Er findet, daß unter dem Druck von 0,01 Atm. der Dissociationsvorgang sich wesentlich zwischen 2000 und 3000° vollzieht, wie folgende Zusammenstellung der Werthe des Dissociationscoëfficienten $x$ bei verschiedenen Temperaturen und Drucken zeigt:

---

[1]) Compt. rend. **56**, 195, 322, 729; **59**, 873; **60**, 317. Ann. Chem. Pharm. **126**, 184, 311; **127**, 108; **134**, 122, **135**, 100.

[2]) Eine so aus der heißesten Stelle eines Schweißofens entnommene Gasprobe hatte angeblich folgende Zusammensetzung:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Kohlensäure . . . . | 1,04 Proc. | Sauerstoff . . . . | 13,15 Proc. |
| Kohlenoxyd . . . . . | 3,31 „ | Stickstoff . . . . . | 82,50 „ |

Diese Analyse kann gar nicht richtig sein; einmal stimmt nicht das Verhältniß zwischen Sauerstoff und Stickstoff, sodann wird man mit so armen Verbrennungsgasen nimmermehr Schweißhitze erzeugen können. (Compt. rend. **62**, 891; **85**, 955. Bull. encourag. 1878, 165.)

[3]) Compt. rend. **96**, 298. — [4]) Rep. Brit. Assoc. 1894, 688. — [5]) Compt. rend. **93**, 1076. — [6]) V. Meyer, Pyrochemische Untersuchungen (Braunschweig 1885). — [7]) Zeitschr. f. physik. Chem. 1888, 783.

| np. | $P = 0{,}01$ Atm. | $P = 0{,}1$ Atm. | $P = 1$ Atm. | $P = 10$ Atm. |
|---|---|---|---|---|
| )0 | 0,003 | 0,0013 | 0,0006 | 0,0003 |
| )0 | 0,035 | 0,017 | 0,008 | 0,004 |
| )0 | 0,125 | 0,08 | 0,04 | 0,03 |
| )0 | 0,60 | 0,40 | 0,19 | 0,09 |

it dem Druck steigt auch die Dissociationstemperatur, und je höher die ıtur ist, um so langsamer werden die Aenderungen des Coëfficienten $x$. ſociationswärme $L$ nimmt immer mehr ab und nähert sich dem Werthe ährend der Nenner schnell anwächst. Wenn man somit die Rechnung er Temperatur verfolgt, wo $L = 0$ wird, so wird die Tangente der ɔrizontal, d. h. der Dissociationscoëfficient erreicht ein Maximum, er nicht überschreiten kann. Dies Maximum ist um so kleiner, je höher ıck wird, unter welchem man arbeitet. In Schmelzöfen erreicht die ıtur nie 2000° und der Partialdruck der Kohlensäure ist etwa 0,2 Atm. folgt, daß der Dissociationscoëfficient der Kohlensäure keinenfalls übersteigen kann. Für Gaserzeuger und Feuerungsanlagen hat daher ɔciation keine praktische Bedeutung.

ıch Lang[1]) wurde ein mit heftig geglühter Retortenkohle dicht an= Glasrohr in einem Glaser'schen Verbrennungsofen bis zur fraglichen ıtur erhitzt und dann gewaschener und getrockneter Sauerstoff ein= Bei den Versuchsergebnissen ist die Geschwindigkeit des Gasstromes n. Die Temperatur betrug etwa 500°; die Kohle blieb mit Aus= ɔn Versuch 9 dunkel.

| Versuch | Proc. Zusammensetzung des Gasgemisches | | | 100 ccm wurden aufgesammelt in |
|---|---|---|---|---|
| | $CO_2$ | CO | N | |
| 1 | 89,4 | 8,4 | 2,2 | etwa 2 Minuten |
| 2 | 89,2 | 8,5 | 2,3 | „ 2 „ |
| 3 | 90,0 | 7,8 | 2,2 | „ 4 „ |
| 4 | 90,4 | 7,2 | 2,4 | „ 10 „ |
| 5 | 91,4 | 6,1 | 2,5 | „ 20 „ |
| 6 | 92,5 | 5,3 | 2,8 | „ 25 „ |
| 7 | 94,3 | 3,0 | 2,7 | 1 Stunde |
| 8 | 96,2 | 0,0 | 3,8 | 4 Stunden |
| 9 | 90,5 | 7,4 | 2,1 | 10 Secunden |
| 10 | 89,5 | 8,4 | 2,1 | etwa 2 Minuten |
| 11 | 88,0 | 9,8 | 2,2 | „ 1 Minute |

i annähernd gleicher Temperatur der Kohle wächst mit nachlassender ndigkeit des Gasstromes die Menge des Kohlendioxyds, und es gelingt, gend langsamem Strome und einer Temperatur von 500° die Bildung

[1]) Zeitschr. f. physik. Chem. 1888, 161.

des Kohlenoxyds vollständig zu vermeiden. Da bei 500° die Reduction des Kohlendioxyds durch Kohle noch nicht stattfindet, hat das bei einem raschen Gasstrome gebildete Kohlenoxyd seine Entstehung lediglich der durch die Verbrennung der Kohle zu Kohlendioxyd erzeugten Wärme zu verdanken. Als bei Versuch 9 die Geschwindigkeit des Sauerstoffstromes eine so beschleunigte war, daß in 10 Secunden 100 ccm Gas aufgesammelt wurden, begann sogar die Kohle an einem Punkte heftig zu erglühen.

Bei folgenden Versuchen war die Gaskohle durch gereinigten Hochofengraphit ersetzt und die Temperatur immer dicht unter 500° gehalten worden.

| Proc. Zusammensetzung des Gasgemisches | | | | 100 ccm wurden aufgesammelt in |
|---|---|---|---|---|
| $CO_2$ | O | CO | N | |
| 47,1 | 46,7 | 3,5 | 2,7 | 30 Minuten |
| 44,5 | 49,3 | 3,3 | 2,9 | 30 „ |
| 26,2 | 68,4 | 2,7 | 2,7 | 10 „ |
| 27,1 | 67,3 | 2,8 | 2,8 | 10 „ |
| 19,2 | 74,9 | 3,1 | 2,8 | 1 Minute |
| Spuren | 100,0 | — | — | 5 Secunden |

Es wurde nun bei verschiedenen Temperaturen und mit verschiedener Geschwindigkeit ein Gemisch von Kohlenoxyd und Sauerstoff über Kohle geleitet und dann die Zusammensetzung der abziehenden Gase untersucht. Ursprüngliche Zusammensetzung des Gasgemenges:

| | |
|---|---|
| Sauerstoff . . . . . | 77,7 Proc. |
| Kohlenoxyd . . . . . | 18,5 „ |
| Stickstoff . . . . . | 3,8 „ |

| Versuch | Proc. Zusammensetzung des Gasgemisches | | | Temperatur | 100 ccm wurden aufgesammelt | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $CO_2$ | CO | N | | | |
| 1 | 78,0 | 18,3 | 3,7 | etwa 500° | 120 | Minuten |
| 2 | 77,9 | 18,4 | 3,7 | „ „ | 150 | „ |
| 3 | 71,2 | 24,7 | 4,1 | „ „ | 1 | Minute |
| 4 | 70,8 | 25,0 | 4,2 | „ „ | 1 | „ |
| 5 | 39,6 | 24,4 | 4,0 | unter 500° | 1/3 | „ |
| 6 | 90,8 | 4,8 | 4,4 | > 703° < 734° | 30 | Secunden |
| 7 | 89,0 | 6,9 | 4,1 | „ „ | 60 | „ |
| 8 | 84,4 | 12,1 | 3,5 | etwa 500° | 30 | „ |
| 9 | 83,3 | 13,4 | 3,3 | „ „ | 30 | „ |
| 10 | 83,9 | 13,0 | 3,1 | „ „ | 30 | „ |
| 11 | 81,6 | 14,0 | 4,4 | „ „ | 40 | „ |
| 12 | 86,4 | 9,8 | 3,8 | „ „ | 10 | „ |
| 13 | 88,4 | 8,0 | 3,6 | „ „ | 5 | „ |

Naumann und Ernst[1]) leiteten über Koks, welcher in einem Porcellanre erhitzt wurde, Luft; die Temperatur wurde mit dem thermoelektrischen Pyroter von Le Chatelier bestimmt, welches durch Vergleichung der Erstarrungsnkte verschiedener Salze geaicht war. Analysen der Gasproben ergaben:

| Länge der ohlenschicht cm | In 1 Minute aufgefangene Stickstoffmenge ccm | Temperatur | Gasanalysen in Volumprocenten | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | $CO_2$ | O | CO |
| 17 | 19,9 | 375° | 0,5 | 20 | 0 |
| 10 | 6,1 | 394 | 1,1 | 20,1 | 0 |
| 17 | 32,2 | 395 | 1,6 | 17,4 | 0,5 |
| 10 | 7,1 | 401 | 6,2 | 12,3 | 0,8 |
| 10 | 6,1 | 495 | 19 | 0 | 1,6 |
| 11 | 2,5 | 675 | 19,8 | 0 | 1,1 |
| 10 | 22,3 | 677 | 19 | 0 | 1,1 |
| 33 | 61 | 680 | 18,9 | 0,2 | 1,7 |
| 33 | 17,9 | 700 | 19,3 | 0,3 | 2,5 |
| 33 | 119,3 | 700 | 17,3 | 1,4 | 3,3 |
| 17 | 10,7 | 700 | 18 | 0 | 2,5 |
| 44 | 35,8 | 750 | 19,4 | 0 | 2,7 |
| 10 | 8,9 | 800 | 17,9 | 0 | 5,9 |
| 11 | 10,8 | 875 | 11 | 0 | 14,7 |
| 11 | 24,5 | 900 | 10,1 | 0 | 15,8 |
| 11 | 1,2 | 950 | 0,6 | 0 | 31,5 |
| 11 | 2,2 | 1000 | 0 | 0 | 34,2 |

Als statt Luft Kohlensäure eingeleitet wurde, bestand das austretende as bei 850° aus 60,9 Proc. $CO_2$ und 38,9 Proc. CO, bei 1060° aus 1 Proc. $CO_2$ und 97,9 Proc. CO.

Daß Wasserdampf über glühende Kohlen geleitet Wasserstoff nebst ohlensäure und Kohlenoxyd bildet, ist schon lange bekannt[2]). Das durch inwirkung von Wasserdampf auf glühende Kohlen erhaltene Gas hatte nach . Bunsen[3]) auf 2 Vol. $CO_2$ 1 Vol. CO. Nach Langlois[4]) ergab Holzhle möglichst stark in einem Porcellanrohre erhitzt im Vergleich mit Koks:

| | Holzkohle | Koks |
|---|---|---|
| Wasserstoff . . . . . | 49,6 | 54,5 |
| Kohlenoxyd . . . . . | 42,2 | 31,9 |
| Kohlensäure . . . . . | 6,0 | 12,0 |
| Methan . . . . . | 2,2 | 1,6 |

Long[5]) leitete über rothglühende Holzkohle Wasserdampf; die halbstündig nommenen Proben hatten folgende Zusammensetzung:

[1]) Fischer's Jahresber. 1893, 129. — [2]) Gilbert's Ann. 9, 85 u. 423; 22, — [3]) Pogg. Ann. 46, 207. — [4]) Wagner's Jahresber. 1859, 639. — [5]) Liebig's n. 192, S. 288.

| | 1 | 2 | 3 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|
| $H_2$ . . . . . | 32,9 | 53,7 | 60,0 | 64,2 | 64,2 |
| $CO_2$ . . . . . | 19,9 | 24,4 | 26,8 | 30,3 | 30,7 |
| CO . . . . . | 26,9 | 21,5 | 13,2 | 5,1 | 4,8 |
| N . . . . . | 0,3 | 0,4 | — | 0,4 | 0,3 |

Anscheinend wechselte die Temperatur.

Die Einwirkung von Wasserdampf auf Gaskohle beginnt nach Lang (a. a. O.) bei etwa 530° [1]). Bei 630° und langsamem Strom zeigt das austretende Gas die folgende Zusammensetzung:

| | |
|---|---|
| Kohlendioxyd . . . . . | 20,4 Proc. |
| Kohlenoxyd . . . . . | 0,9 „ |
| Wasserstoff . . . . . | 39,8 „ |
| Stickstoff . . . . . | 38,9 „ |

Retortengraphit mit überschüssigem Wasserdampf ergab:

| Proc. Zusammensetzung des Gasgemisches | | | | Temperatur | Länge der Graphitschicht | 100 ccm wurden aufgesammelt in |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $CO_2$ | CO | H | N | | | |
| 13,4 | 8,8 | 56,0 | 21,8 | 814 bis 861° | 40 cm | 24 Stunden |
| 16,2 | 10,8 | 62,2 | 10,8 | | 40 „ | 8 „ |
| 22,5 | 6,1 | 68,0 | 3,4 | 861 bis 954° | 40 „ | 1¾ „ |
| 20,0 | 10,3 | 68,3 | 1,4 | | 40 „ | 15 Minuten |
| 17,4 | 15,6 | 64,6 | 2,4 | „ | 5 „ | 60 „ |
| 19,4 | 13,7 | 65,7 | 1,2 | 954 bis 1054° | 40 „ | 8 „ |
| 17,5 | 16,0 | 65,3 | 1,2 | | 40 „ | 8 „ |
| 18,3 | 17,3 | 62,0 | 2,4 | | 40 „ | 8 „ |
| 18,4 | 16,9 | 62,1 | 2,6 | | 40 „ | 8 „ |

Mit steigender Temperatur wächst die Menge des Kohlenoxyds im Vergleich zu der des Kohlendioxyds, die Länge der Graphitschicht ist ohne sichtbaren Einfluß auf das Verhältniß der einzelnen Gasmengen. Beim Anwachsen der Temperatur laufen nun zwei die Mengen des Kohlenoxyds und Kohlendioxyds bedingende Vorgänge neben einander her, die in den Gleichungen:

$$CO_2 + C = 2\,CO \quad \text{und} \quad CO + H_2O = CO_2 + H_2$$

ihren Ausdruck finden und sich entgegenarbeiten. Da die Menge des Wasserdampfes im Vergleich zu derjenigen des in die Umsetzung eingreifenden Graphits eine unverhältnißmäßig große ist, und folglich die Bedingungen für die Oxydation des Kohlenoxyds sehr günstige sind, so scheint, daß bei normalen Verhältnissen der Wassergasbildung der durch die Gleichung $CO + H_2O = CO_2 + H_2$ gegebene Vorgang gegenüber der Bildung des Kohlenoxyds bei der Reduction des Kohlendioxyds durch Kohle in den Hintergrund tritt. Das Auftreten erheblicher Menge von Kohlendioxyd bei hoher Temperatur be-

[1]) Vergl. Fischer's Jahresber. 1883, 1306.

hle kann nur dahin zurückgeführt werden, daß die Producte der Umsetzung, überschüssigem Wasserdampf gemengt, noch des weiteren durch kohlefreie, t erhitzte Räume streichen. Umgekehrt wird die Gegenwart genügender ngen von porösen, dem Wasserdampf eine große Oberfläche darbietenden, henden Kohlen den Gehalt des Wassergases an Kohlendioxyd bis zu einer ersten Grenze bringen, die bedingt ist durch die Unvollständigkeit der beiden rgänge:

$$CO_2 + C = 2\,CO \quad \text{und} \quad 2\,H_2O + C = CO_2 + 2\,H_2.$$

Wenn man ein indifferentes Gas mit einem bestimmten, während der uer des Versuches sich nicht ändernden Volumen Wasserdampf der Einkung der Kohle aussetzt, oder, um den Gleichgewichtszustand von vornherein zustellen oder zu überschreiten, ein in seinen Verhältnissen bekanntes Gemisch Wasserstoff, Kohlenoxyd und Stickstoff mit einer unzulänglichen Menge sserdampf wiederholt über die Kohle hin- und herführt, so muß das durch schließliche Analyse gegebene Verhältniß der nicht verdichtbaren Gase ein der Zeit gleichbleibendes, ganz bestimmtes werden, oder aber, wie im zweiten le, sich überhaupt nicht ändern. Die Temperatur des Porcellanrohres war llen Fällen etwa 1000°, die Temperatur des Wasserbades etwa 25°.

1. Mit Wasserdampf bei 25° gesättigter Stickstoff wurde über die Kohle itet; das Gas bestand nach zweimaligem (I) und nach zwanzigmaligem Hin- und ückleiten (II) aus:

| | I | II |
|---|---|---|
| Kohlendioxyd . . . . . | 0,6 Proc. | 1,2 Proc. |
| Kohlenoxyd . . . . . | 22,1 „ | 29,6 „ |
| Wasserstoff . . . . . | 22,8 „ | 30,3 „ |
| Stickstoff . . . . . | 54,5 „ | 38,9 „ |

2. Das Gasgemisch (I) bestand nach zweimaligem (II) und nach zwanzigigem Hin- und Herleiten (III) aus:

| | I | II | III |
|---|---|---|---|
| Kohlendioxyd . . . . | — Proc. | 2,1 Proc. | 3,1 Proc. |
| Kohlenoxyd . . . . . | 32,0 „ | 29,1 „ | 27,8 „ |
| Wasserstoff . . . . . | 23,5 „ | 24,1 „ | 25,8 „ |
| Stickstoff . . . . . | 44,5 „ | 44,7 „ | 43,3 „ |

Das Kohlendioxyd verdankt seine Entstehung der Oxydation des Kohlends durch Wasserdampf, wodurch auch das Anwachsen des Wasserstoffs er- t ist. Nach zweimaligem Ueberleiten des Gasgemisches über die Kohle war Grenze der Umsetzung wahrscheinlich längst erreicht. Die Zersetzung des assers durch Kohle ist also selbst bei einer Temperatur von 1000° eine vollständige.

Es wurden ferner bekannte Gemische von Kohlenoxyd und Wasserampf so lange der Einwirkung einer gleichbleibenden Temperatur ausgesetzt, ein mit der Zeit sich nicht mehr ändernder Zustand erreicht war. Bei der führung der Versuche wurde das Porcellanrohr zur möglichst raschen Erhung des Gleichgewichtszustandes auf einer ungefähr beim Schmelzpunkte Silbers (954°) liegenden Temperatur gehalten und Kohlenoxyd mit Wasserpf eingeführt.

Procent Zusammensetzung des Gasgemisches:

| | Nach ½ stündiger Einwirkung | Nach 2 stündiger Einwirkung |
|---|---|---|
| Kohlendioxyd . . . . . . | 15,2 | 22,8 |
| Kohlenoxyd . . . . . . | 68,5 | 51,4 |
| Wasserstoff . . . . . . . | 14,0 | 21,9 |
| Stickstoff . . . . . . . | 2,3 | 3,9 |

Die procentige Zusammensetzung des Gasgemisches nach zweimaligem (I) [illegible] nach zwanzigmaligem (II) Hin- und Zurückführen war:

| | I | II |
|---|---|---|
| Kohlendioxyd . . . . . . | 16,0 | 18,8 |
| Kohlenoxyd . . . . . . | 66,2 | 56,4 |
| Wasserstoff . . . . . . . | 15,3 | 23,0 |
| Stickstoff . . . . . . . | 2,5 | 2,8 |

Zusammensetzung des Gasgemisches, nachdem überschüssiger Wasserdampf [illegible] geführt worden war:

| | |
|---|---|
| Kohlendioxyd . . . . . . . . . . . | 39,7 Proc. |
| Kohlenoxyd . . . . . . . . . . . . | 18,3 „ |
| Wasserstoff . . . . . . . . . . . . | 38,7 „ |
| Stickstoff . . . . . . . . . . . . | 3,3 „ |

Nach Engler und Grimm[illegible] beginnt die Umsetzung von Wasserd[illegible] und Kohlenoxyd [illegible] bei 250 bis 300[illegible].

Methan durch ein mit [illegible] gefülltes Porcellanrohr gel[illegible] beginnt nach [illegible] bei 700[illegible] theilweise zu zerfallen unter Abscheidung von K[illegible] [illegible] gemischt und es beim Erhitzen über 700° theilweise o[illegible] unter Bildung von [illegible]. Das Gasgemenge von Methan mit Ko[illegible] [illegible] und nach dem Erhitzen folgenden Gehalt an $CO_2$ und CO

| Vor dem Erhitzen | | Nach dem Erhitzen | |
|---|---|---|---|
| $CO_2$ | [illegible] | $CO_2$ | CO |
| [illegible] Proc. | [illegible] | [illegible] Proc. | 0,6 Proc. |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] „ | 6,4 „ |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] „ | 5,2 „ |

[illegible] auf 934 bis 1054° erhitzt [illegible] II ergab unter [illegible]

| | I | II |
|---|---|---|
| [illegible] | [illegible] Proc. | [illegible] Proc. |
| [illegible] | [illegible] | — „ |
| [illegible] | [illegible] | [illegible]4 „ |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] „ |
| [illegible] | [illegible] | [illegible]3 „ |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] „ |

[illegible] durch die Zersetzung des Me[illegible] [illegible] durch die Einwirkung des [illegible] auf den Wasserd[illegible]

[illegible]

ngt, während das Kohlenoxyd als das Product mehrerer gleichzeitig neben nder herlaufender Vorgänge anzusehen ist:

$$CH_4 + H_2O = CO + 3H_2$$
$$3CO_2 + CH_4 = 4CO + 2H_2O$$
$$CO_2 + C = 2CO.$$

Das Kohlendioxyd verdankt sein Vorhandensein der Oxydation des Kohlen- ds und der ausgeschiedenen Kohle durch Wasserdampf. Die Wechselwirkung schen Wasserdampf und Methan wird nach folgender Gleichung stattfinden:

$$CH_4 + H_2O = CO + 3H_2.$$

Bei den Versuchen war der Inhalt des Porcellanrohres stets von aus- hiedener, graphitartig glänzender Kohle vollständig bedeckt. Versuche er- en, daß diese Gase auf die aus Methan ausgeschiedene Kohle zwar an- ernd bei derselben Temperatur einwirken, wie auf Holzkohle, diese Einwirkung lgt aber selbst bei sehr hohen Hitzegraden sehr langsam, was offenbar durch Dichte dieser Kohle veranlaßt ist, durch welche den Gasen eine verhältniß- ßig geringe Oberfläche dargeboten wird. Die Versuche erklären die bei der wirkung von Wasserdampf oder Kohlendioxyd auf Methan beobachtete That- e, daß trotz der Gegenwart dieser chemisch auf Kohlenstoff wirkenden Gase selbe überhaupt ausgeschieden werden konnte.

Zur experimentellen Prüfung der von Berthelot[1]) theoretisch geforderten vollständigkeit der Wechselwirkung zwischen Kohle und Kohlen- oxyd hat B. Rathke (1881) Kohlendioxyd auf Kohle im zugeschmolzenen rbrennungsrohre längere Zeit bei einer hohen Temperatur einwirken lassen nachgewiesen, daß es in der That nicht gelingt, hierdurch Kohlendioxyd ständig in Kohlenoxyd umzuwandeln. Nach Naumann und Pistor[2]) d Holzkohle von trockenem Kohlendioxyd erst bei 530 bis 560° theilweise in lenoxyd übergeführt. Trockenes Kohlendioxyd wird durch Wasserstoff selbst n Erhitzen auf 900° nicht zu Kohlenoxyd reducirt.

Nach Lang wurde nun in dem Versuche, bei welchem eine Temperatur 600° im Innern des Rohres nicht überschritten war, zuerst getrocknetes hlendioxyd in äußerst langsamem Strome durch das mit Stückchen von ortenkohle dicht angefüllte Glasrohr geleitet. Das austretende Gas hatte ende Zusammensetzung:

| | |
|---|---|
| Kohlendioxyd . . . . . | 96,0 Proc. |
| Kohlenoxyd . . . . . | 2,0 „ |
| Stickstoff . . . . . | 2,0 „ |

Dann wurde das Gasgemisch wiederholt über die Kohle langsam hin- hergetrieben; die Zusammensetzung des Gasgemisches war:

| | bei directem Ueberleiten | nach 2 Stunden | nach 4 Stunden |
|---|---|---|---|
| Kohlendioxyd . . . . . | 96,0 Proc. | 95,6 Proc. | 94,7 Proc. |
| Kohlenoxyd . . . . . | 2,0 „ | 2,1 „ | 2,3 „ |
| Stickstoff . . . . . | 2,0 „ | 2,3 „ | 3,0 „ |

[1]) **Essai de mécanique** chimique 2, 111. — [2]) Ber. d. deutsch. chem. Ges. **5, 1647 u. 2894.**

[illegible] Zusammensetzung nach zwei- und selbst vierstündi[illegible] Einwirkung auf die Kohle nicht mehr verändert, sondern es hatte [illegible] nach einmaligem, sehr langsamem Ueberleiten ein Gleichgewichtszust[illegible] herausgebildet, bei der Reduction des Kohlendioxyds eine sehr frühe Gr[illegible] [illegible] Folgende Analysen stellen die Ergebnisse einiger bei höheren Temp[illegible] [illegible] ausgeführten Versuche zusammen, aus denen auch ersehen werden k[illegible] [illegible] die Beimischung eines an der Umsetzung sich nicht betheiligenden G[illegible] [illegible] des Stickstoffs, ohne sichtbaren Einfluß auf den durch das Verhä[illegible] des Kohlendioxyds zum Kohlenoxyd ausgedrückten Gleichgewichtszustand [illegible] sein scheint.

| Proc. Temperatur des Gasgemisches | | | Temperatur | Einwirkungs-dauer Stunden |
|---|---|---|---|---|
| $CO_2$ | $CO$ | $N$ | | |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ratur . . . . . | 195 | 365 | 408 | 500 | 600 | 689 | 788 | 855 |
| Kohlensäure . . . . . | 0,13 | 1,41 | 3,03 | 6,2 | 21,1 | 46,4 | 60,3 | 95,0 |

Die Verbindung von Wasserstoff mit Sauerstoff wurde bei 180° merk-
,04 Proc.). Wenn das Gas sehr schnell hindurchströmte, so war die
bildung geringer und nahm mit der Erhitzungsdauer zu. Von einer
nten Erwärmungszeit an fand bei weiterer Zunahme der Erhitzungszeit
Vermehrung der Wasserbildung statt; es wurden folgende Grenzwerthe
t:

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| eratur . . . . . | 200 | 260 | 331 | 376 | 498 | 620 | 825 | 845 |
| Knallgas verbrannt . . | 0,2 | 1,6 | 9,78 | 25,1 | 56,4 | 84,5 | 96,1 | Explosion |

Der Grenzwerth der Wasserbildung wird vermindert, wenn dem Knall-
Stickstoff beigemengt wird. Bei 491° ist der Grenzwerth für reines
lgas 55 Proc., für ein Gemisch von 3 Vol. Knallgas mit 4 Vol. Stick-
ist er 37,58 Proc.

Nach V. Meyer[1]) findet in Glasgefäßen die Wasserbildung aus Knall-
in zugeschmolzenen Gefäßen noch nicht bei 305° statt; die ersten Anfänge
hier noch äußerst langsam verlaufenden Reactionen zeigen sich bei 448°,
end eine rasche Wasserbildung erst bei 518° vor sich geht. Ist aber das
gefäß innen versilbert, so verbinden sich schon bei 183° innerhalb zwei
den etwa 90 Proc. des angewandten Knallgases zu Wasser. Langsam
ein Glasrohr geleitetes Knallgas, feucht wie trocken, explodirt zwischen
und 730°.

Werden Gemische von Wasserstoff und Kohlenoxyd mit unzureichenden
gen Sauerstoff erhitzt, so verbrennt nach Versuchen von R. Bunsen[2]),
Meyer[3]), Horstmann[4]) und L. Meyer[5]) wesentlich mehr Wasserstoff
Kohlenoxyd, so daß die Verwandtschaft des Sauerstoffs zum Wasserstoff
r ist, als zum Kohlenoxyd.

---

[1]) Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1891, 4233; 1892, 622; 1893, 2421. Zeitschr. f.
. Chem. **11**, 28. — [2]) Bunsen, Gasometrische Methoden 1877, S. 349. —
urn. f. pratt. Chem. **14**, 290. — [4]) Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1877, 1626;
63. — [5]) Das. 1877, 2117.

# Wassergas.

Als Wassergas bezeichnet man das durch Ueberleiten von Wasserdam über glühende Kohlen erhaltene Gasgemenge, welches (entsprechend der Re action 4, S. 195) wesentlich aus Wasserstoff und Kohlenoxyd besteht, aber auch immer (entsprechend Reaction 5, S. 195) Kohlensäure enthält:

Die zur Durchführung der Reaction

$$C + H_2O = CO + H_2$$

erforderliche Wärme wird von außen zugeführt (Retortenverfahren) oder es wird in den verwendeten Stoffen (Koks, Wasserdampf) aufgespeicherte Wärme verwendet.

Der erste technische Wassergasapparat wurde im Jahre 1823 von Berz und Crane angegeben; in eine Retorte mit glühenden Kohlen wurde Wasser dampf geleitet. Ibbetson (1824) verwandte eine Doppelretorte. Eine vor übergehende Verbreitung erreichten die Apparate mit stehenden Retorten von Jobard und Selligue (1834); ähnlich White (1847). Narbonne wurde von 1846 an durch Wassergas erleuchtet. Diese, wie auch die sonst an gegebenen Retortensysteme[1]) haben nur noch geringe Bedeutung, da sie naturgemäß weniger vortheilhaft sind, als die Verfahren, bei denen durch Einblasen von Luft die Koksfüllung eines Schachtofens auf Weißglut erhitzt (Heißblasen), dann durch Einblasen von Wasserdampf Wassergas erzeugt wird, bis die Koksfüllung auf etwa 1000° abgekühlt ist, worauf wieder Luft eingeblasen wird. Das beim Heißblasen erzeugte Generatorgas wird von dem Wassergase getrennt verwendet.

Beim Verfahren von Tessie du Motay wurden nur zur Fixirung der Naphtadämpfe Retorten verwendet; es wird in einigen Fabriken Nordamerikas angewendet.

In den Municipal Gas Works in New York befinden sich fünf Sätze von je zwei Generatoren, jeder etwa 2,5 × 2,5 m im Querschnitt und 3,5 m hoch. Die Speisung geschieht theils mit Anthracit, theils mit Koks. Die Luft wird unten eingeblasen; ebenso der Wasserdampf, der zwar hochgespannt, aber nicht überhitzt ist. (Dies soll das Schlacken der Asche im Generator vermindern.) Das Einblasen von Luft dauert 10 Minuten, während welcher

[1]) Apparate von Dehaynin (D. R.-P. Nr. 12204), Green (D. R.-P. Nr. 15211), Livesey und Hidd (D. R.-P. Nr. 2075), Sutherland (D. R.-P. Nr. 31020), Westphal (D. R.-P. Nr. 46549, Fischer's Jahresber. 1889, 115). Vergl. Wagner's Jahresber. 1859, 647; 1860, 583; 1862, 701.

Zeit die Gichtflamme oben frei herausbrennt und nicht verwerthet wird. Dann wird die Luft ab- und der Dampf angestellt und das obere Ventil geschlossen, alles von Hand. Das entstehende Wassergas wird zunächst mit Naphtadampf gesättigt, indem man es in einem Eisenkasten aufsteigen läßt, in welchem sich eine Anzahl abwechselnd nach entgegengesetzten Seiten geneigte hohle Platten befinden. Diese Platten sind mit Dampf geheizt und vorher schon vorgewärmt. Naphta fließt auf ihnen herunter, wird aber auf ihrem Wege von dem aufsteigenden Gasstrome in Dampfform mitgenommen. Man leitet das Gemisch nun durch heiße Retorten und schließlich durch einen Koksreiniger [1]). Nach Lunge [2]) enthielt das so erhaltene Gas am 9. October 1893 roh 5 Proc. Kohlensäure; nach der Carburirung und Reinigung:

| | | |
|---|---|---|
| Leuchtende Kohlenwasserstoffe | 14,3 | Proc. |
| Sauerstoff | 0,6 | „ |
| Kohlenoxyd | 27,7 | „ |
| Wasserstoff | 28,8 | „ |
| Methan | 25,5 | „ |
| Stickstoff | 3,1 | „ |

Die 10 Generatoren erzeugen im Winter 7 Millionen Cubikfuß Gas, mit Hülfe von 18 Sätzen von Fixirungsretorten. Je 1000 Cubikfuß des Gases bestehen aus 700 Cubikfuß eigentlichem Wassergas und 300 Cubikfuß aus der Naphta gewonnenen Beleuchtungsgasen; für 1000 cbm carburirtes Gas von 28 Kerzen sind erforderlich 707 k Anthracit und 417 k Naphta von 0,706 spec. Gewicht. Nach Hempel enthielt das Gas:

| | | |
|---|---|---|
| Kohlensäure | 3,1 | Proc. |
| Schwere Kohlenwasserstoffe | 15,6 | „ |
| Methan | 26,6 | „ |
| Kohlenoxyd | 25,2 | „ |
| Wasserstoff | 28,3 | „ |
| Stickstoff | 1,2 | „ |

Der Wassergasapparat von Lowe [3]), wie er in amerikanischen Gasanstalten im Betriebe steht, besteht nach Hempel [4]) aus einem Generator *A* (Fig. 199 a. f. S.), einem schmiedeeisernen Cylinder, welcher im Innern mit feuerfesten Steinen ausgesetzt ist, und dem Ueberhitzer *B*, einem schmiedeeisernen Cylinder, der im Innern mit einem Gitterwerk von feuerfesten Steinen nach Art der Regeneratoren versehen ist. An diesen schließt sich ein einfacher Waschkasten *C* mit zwei Waschthürmen *D* und *E*, in welchen das Gas mit Wasser gereinigt wird. Der Generator wird mit Anthracitkohle durch die Beschickungsöffnung *a* gefüllt und dann mittelst eines Ventilators *F* durch das Rohr *c* zur Weißglut angeblasen. Anfangs entweichen die Verbrennungsgase durch die schmiedeisernen, im Innern mit Scharmottefüllung versehenen Verbindungsrohre *b* nach dem Regenerator und von da durch das geöffnete Ventil *d* nach

[1]) In dieser Form wird das Verfahren als Wilkinson'sches bezeichnet. — [2]) Zeitschr. f. angew. Chem. 1894, 139. — [3]) Dingler's Journ. (1876) 222, 153; Lowe u. Dwight, D. R.-P. Nr. 3515; Wagner's Jahresber. 1876, 1135; 1879, 1204. — [4]) Journ. f. Gasbel. 1893, 466.

einem Abzuge ins Freie. Ist die Temperatur im Generator so hoch gestiegen daß der entweichende Gasstrom aus Kohlenoxyd, Kohlensäure und Stickstoff besteht, so öffnet man das mit dem Ventilator in Verbindung stehende Ventil

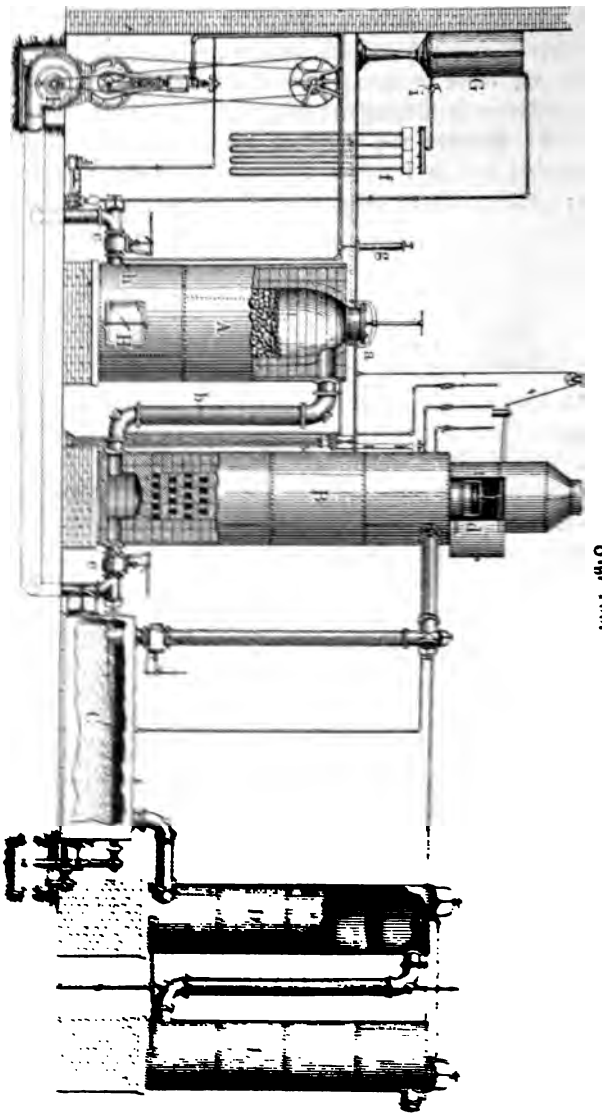


Fig. 110.

und bringt dadurch das Gas im Ueberzuger zur Verbrennung, nach etwa bis 15 Minuten ist der im Generator befindliche Anthracit zum vollen Glühen erhitzt. Der Ueberzuger ist bis oben hinauf so stark glühend, daß i

am Ventil *d* sichtbaren Scharmottesteine ziemlich hellroth glühend sind. Ist ser Punkt erreicht, so werden die Ventile *c*, *e*, *d* geschlossen und die Ventile nd *h* geöffnet. Es tritt dann durch *g* unter dem Generator Wasserdampf, ɔ aus dem Naphtabehälter *G* durch eine ganze Anzahl Vertheilungsrohre den oberen Theil des Generators Naphta ein. Der Wasserdampf bildet hlenoxyd und Wasserstoff, denen etwas Kohlensäure beigemischt ist, das ißglühende Gasgemisch kommt mit der Naphta in Berührung, die dadurch dampft und im Ueberhitzer zerlegt wird. Durch passende Regelung des mpf- und Naphtazuflusses wird sofort ein stark leuchtendes Gas gebildet, nur einer ganz geringen Reinigung in einfachen Waschapparaten bedarf, fertig für die Verwendung zu sein. Während des Gasmachens läßt man Ventilator langsamer laufen, hält ihn aber nicht an, sondern läßt durch ɪz kleine Löcher, welche sich in der Windleitung vor den Ventilen *c* und *e* inden, einen schwachen Luftstrom austreten; dies hat den großen Vortheil, ; im Falle des Undichtwerdens der Ventile sich die Rohre nie mit Gasen len können, die später die Veranlassung zu Explosionen geben würden. Nach bis 20 Minuten wird das Gasmachen unterbrochen, der Generator vom annloch *a* aus mit frischen Anthraciten beschickt, dann die Ventile umgestellt d der beschriebene Proceß wiederholt. Alle 12 oder 6 Stunden reinigt man ı Generator durch Thüren *H*. Hempel untersuchte das Gas eines solchen nerators in Jonkers bei Newyork. Das Gasmachen dauert dort 20 Minuten. obe I wurde 2 Minuten nach Einblasen des Dampfes und Petroleums, nach 9 Minuten und III nach 12 Minuten entnommen:

| | I. | II. | III. |
|---|---|---|---|
| Kohlensäure | 3,8 | 3,3 | 3 |
| Schwere Kohlenwasserstoffe | 13,1 | 25,1 | 24,6 |
| Sauerstoff | 0,6 | 0 | 0,2 |
| Kohlenoxyd | 25,7 | 18,3 | 18,8 |
| Wasserstoff | 31,8 | 28,1 | 26,5 |
| Sumpfgas | 20,8 | 21,7 | 23,2 |
| Stickstoff | 4,2 | 3,5 | 3,7 |

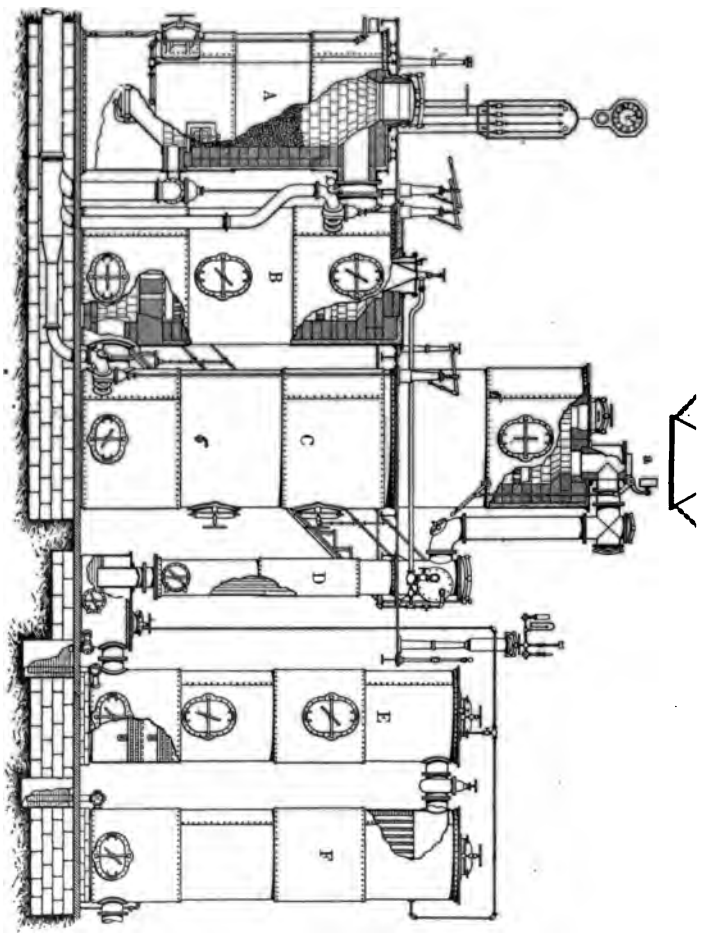
In vielen Gasanstalten wird das so bearbeitete Gas noch nachträglich n der Kohlensäure befreit, so daß dasselbe dann durchschnittlich wie folgt sammengesetzt ist:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0,3 | bis | 0,5 | Proc. | Kohlensäure, |
| 15 | „ | 14 | „ | Aethylen, |
| 27 | „ | 28 | „ | Kohlenoxyd, |
| 26 | „ | 25 | „ | Sumpfgas, |
| 24 | „ | 27 | „ | Wasserstoff, |
| 3 | „ | 4 | „ | Stickstoff. |

Nach G. Lunge[1]) verwendet man neuerdings auch zwei Ueberhitzer. In Generator *A* (Fig. 200 a. f. S.) wird bei Anthracitbeschickung abwechselnd Minuten lang Luft (Heißblasen) und 10 Minuten lang Dampf (Kaltblasen) eblasen. Der Generator ist 4 m hoch und das Mannloch desselben ragt H die obere Arbeitssohle gerade heraus, so daß man die Beschickung sehr

[1]) Fischer's Jahresber. 1894, 164.

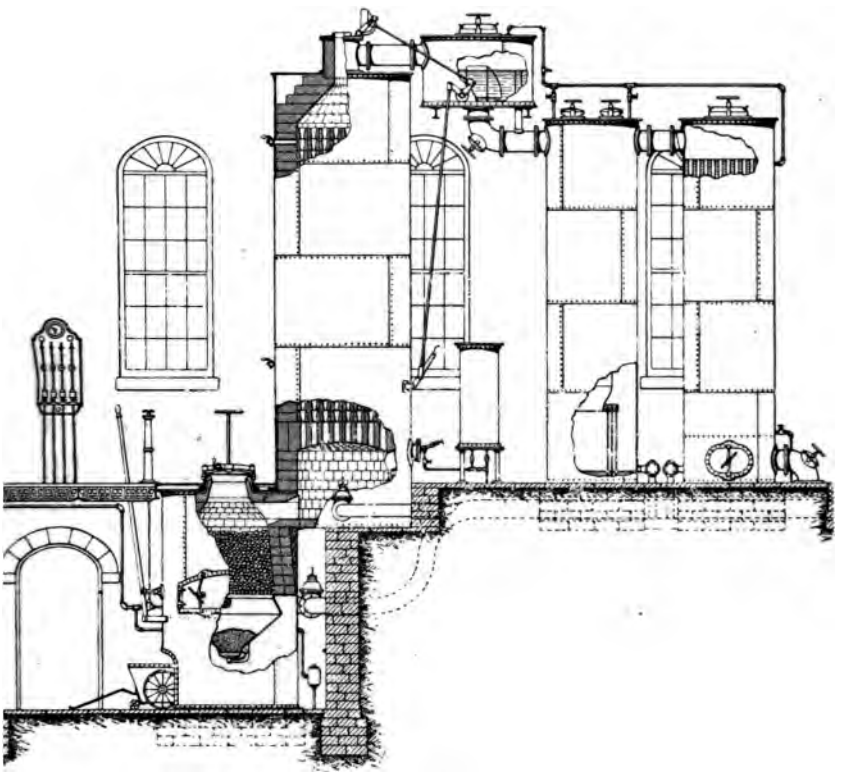
leicht vornehmen kann. Das Gas tritt oben in den erſten 4,2 m h
mit Ziegeln ausgeſetzten Ueberhitzer *B* ein und tritt aus dieſem in den zw
5,7 m hohen Ueberhitzer *C* unten ein, um dieſen oben wieder zu verl
Die Verbindung beider Ueberhitzer bewirkt gründlichere „Fixirung“ der K
beſtandtheile, und die größere Höhe von *C* bewirkt, daß beſſerer Zug en
und beim Beſchicken des Generators *A* das Gas nicht austritt und die




beläſtigt. So lange man heiß (alſo mit Luft) bläſt, wird in *A* Generat
erzeugt, das man zur Entzündung bringt und das nun *B* und *C* heiz
abgehende Flamme geht aus *C* oben bei *a* in die Luft. Nach 10 Mi
wird die Luft abgeſtellt, *a* geſchloſſen und Dampf angeſtellt, und 2 Mi
ſpäter läßt man in den erſten Ueberhitzer *B* das Carburirungsöl aus
größeren Anzahl von Vertheilungsröhren einfließen; nach weiteren 8 Mi

geht man wieder zum Heißblaſen über. Bei Koks dauert das Heißblaſen 6 Minuten, das Kaltblaſen 8 Minuten. Ein großer Vortheil des doppelten Ueberhitzers iſt folgender. Da jeder der Cylinder *B* und *C* mit einem beſonderen Lufteinlaß für Verbrennung des Generatorgaſes verſehen iſt, ſo kann man in beiden Cylindern verſchiedene Temperaturen halten, die man durch 25 mm große, mit Glimmer verſchloſſene Gucklöcher in der Decke der Cylinder beobachten kann. Dies iſt beſonders wichtig bei der Anwendung von ſchwerem

Fig. 201.



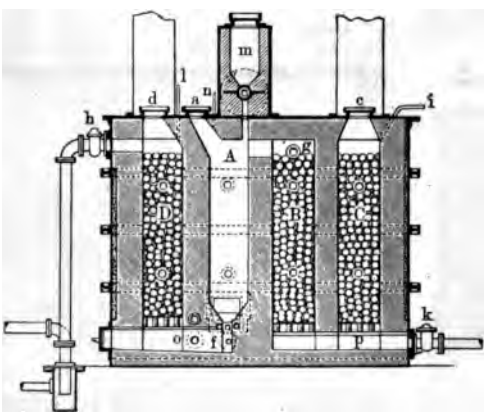
Gasöl, bei dem *B* nicht ſo heiß wie *C* gehen ſoll. Es iſt nämlich bei dieſem Apparate möglich, ſtatt der gewöhnlichen Gasnaphta das früher billigere Rohpetroleum von Ohio (Lima-Oel) zu verwenden. Das Gas kommt mit etwa 15 Kerzenſtärken aus dem Generator und kommt in den Ueberhitzern auf 28 bis 30 Kerzen; es wird übrigens immer in der oben geſchilderten Weiſe mit ein wenig Oelgas gemengt, um das Abſetzen von Naphtalin zu verhindern. Man bemerkt auf der Zeichnung noch die Kühler *D* und *F* und den Waſcher *E*. Zuletzt folgt noch die gewöhnliche Kalkreinigung.

Beim Apparate nach Granger[1]) ist der niedrige Generator (Fig. 201) tiefer gestellt und dadurch eine kurze, directe Verbindung von Generator und Ueberhitzer hergestellt; die nöthigen Arbeiten sind alle in eine Flur gelegt. Ferner wird das Oel bei hoher Temperatur in Form von Staub oder Dampf an der Basis des Ueberhitzers eingeblasen. Die Patentansprüche geben an, daß es durch das heiße Wassergas in solcher Form leichter aufgenommen und vergast würde, als wenn das Oel nur auf die Oberfläche der Generatorfüllung läuft. Der Erfolg von Granger & Co. war bedeutend, denn sie errichteten bis 1885 besonders in den Mittel- und Oststaaten über 70 Apparate. Das Gas hatte nach Moore folgende Zusammensetzung:

| | | |
|---|---|---|
| Kohlensäure | 0,14 | Proc. |
| Schwere Kohlenwasserstoffe | 12,82 | „ |
| Sauerstoff | 0,06 | „ |
| Kohlenoxyd | 28,26 | „ |
| Sumpfgas | 18,88 | „ |
| Wasserstoff | 37,20 | „ |
| Stickstoff | 2,64 | „ |

Strong[2]) verwendet zwei zusammengebaute Schachte; in dem einen wird das Gas erzeugt, in dem zweiten, der mit Scharmottesteinen ausgesetzt ist, der Dampf überhitzt. G. S. Dwight (D. R.-P. Nr. 13490) verbesserte den Apparat dadurch, daß er noch eine weitere Kammer zufügte[3]). Der Generator *A* (Fig. 202) ist mit einer Füllöffnung *a* versehen, sein Rost ist zugänglich durch die Thüren *b*. Die Kammern *B*, *C* und *D* sind mit feuerfestem Material angefüllt, und die beiden letzteren haben bei *c* und *d* Auslässe für die ausgenutzten Verbrennungsproducte. Soll der Ofen in Betrieb gesetzt werden, so wird das Brennmaterial auf dem Roste des Generators *A* entzündet, der Auslaß *c* geöffnet und Luft durch *f* unter den Rost und durch *g* zu den Generatorgasen geblasen. Die Feuergase durchziehen *B* und *C*, heizen diese Kammern und entweichen durch *c* in den Schornstein. Sind *A*, *B* und *C* genügend erhitzt, so wird *c* geschlossen, dagegen der Schieber *h* an der Gasleitung geöffnet und das Gebläse abgestellt. Man läßt nun durch das Rohr *i* in den Schacht *C* Dampf eintreten, der auf seinem Wege durch *C* und *B* sich

Fig. 202.




[1]) Journ. f. Gasbel. 33, 457. — [2]) D. R.-P. Nr. 3178; Wagner's Jahresber. 1879, 1211. — [3]) Der Apparat wird auch Quaglio und Dwight zugeschrieben (Dingler's Journ. 238, 148), das Patent lautet aber nur auf Letzteren.

rhitzt, durch $A$ abwärts geht und durch das Brennmaterial in $A$ in Waſſer- verwandelt wird. Das erzeugte Waſſergas giebt in $D$ einen Theil ſeiner irme ab und gelangt durch $h$ in die Gasleitung. Iſt die Temperatur zu drig geworden, ſo wird $h$ geſchloſſen, $d$ geöffnet und durch $g$, dann auch ch $f$ Luft eingeblaſen, wodurch der Schacht $D$ noch weiter geheizt wird. Iſt Ofen wieder heiß genug, ſo wird $d$, $f$ und $g$ geſchloſſen, der Schieber $k$ an der sleitung geöffnet und durch $l$ Waſſerdampf in den Schacht $D$ geleitet u. ſ. f.

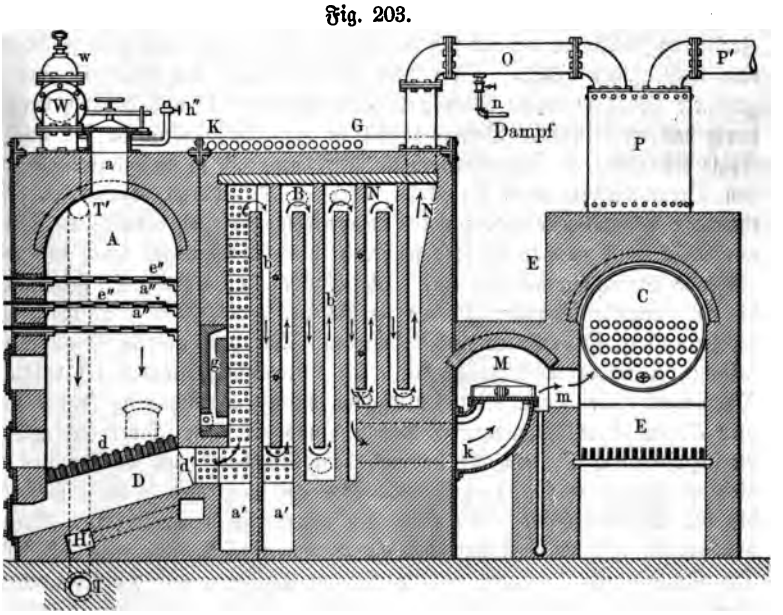
Ein ſolcher Ofen auf der Frankfurter Gasanſtalt[1]) gab für 1 k Koks 3 cbm Gas folgender Zuſammenſetzung:

| | |
|---|---|
| Kohlenſäure . . . . . | 7,3 Proc. |
| Kohlenoxyd . . . . . | 34,5 „ |
| Waſſerſtoff . . . . . | 50,0 „ |
| Sauerſtoff . . . . . | 0,7 „ |
| Stickſtoff . . . . . | 7,5 „ |

Das Verfahren wurde wieder aufgegeben, da die Zwiſchenwände des ens bald ſchadhaft wurden.

B. Loomis (D. R.-P. Nr. 40530) will die Generatorkammer $A$ ig. 203) und Ueberhitzer $B$ paarweiſe anordnen[2]). Die Ventile in den

Fig. 203.




ummern $M$ ſind beide geöffnet, und auf den Roſten jeder der Kammern $A$ rd ein Feuer unterhalten, das von einem abwärts gerichteten Luftzuge geſchürt rd; zu dieſem Zwecke ſind die Ventile $v$ der Blaſeröhren $T_1$ geöffnet, die

[1]) Journ. f. Gasbel. 1881, 523; Fiſcher's Jahresber. 1881, 1049. — [2]) Vergl. ſcher's Jahresber. 1890, 172.

unter der Decke der Kammern $A$ Windſtröme einblaſen. Man bläſt ferner unter dem Aſchenloche Luft in das Brennmaterial. Der Wind ſtreicht durch das Brennmaterial, erzeugt dabei eine hohe Hitze und verkokt die Gicht der bituminöſen Kohle, welche oben durch ſelbſtthätige Speiſevorrichtungen zugeführt wird. Die ſich bildenden heißen Gaſe ſtreichen durch das Aſchenloch, erwärmen die darunter liegenden Windcanäle und gelangen durch die Durchlaßöffnungen $d^1$ in die Kammern $B$, wo ſie den heißen Luftſtrömen aus den lothrechten Canälen an verſchiedenen Stellen zwiſchen den Abtheilungen $b$ begegnen, wodurch die vollſtändige Verbrennung der Producte und die Erzeugung einer hohen Hitze erreicht wird, welche dem umgebenden Backſteinmauerwerk mitgetheilt wird. Die heißen Verbrennungsproducte gelangen endlich aus den Kammern $B$ durch die Röhren $k$ in die Kammer $M$ und dann in den Ofen $E$ unter den Dampfkeſſel behufs Erzeugung von Dampf. Die Windſtröme werden ſo lange eingeblaſen, bis ſich tiefe Lagen von weißglühendem Brennmaterial in den Kammern $A$ gebildet haben und die Kammern $B$ bis zu der erforderlichen Temperatur erhitzt ſind; dann werden alle Windventile geſchloſſen, und in eine der Ueberhitzungskammern $B$ wird durch die Röhren $n$ und $o$ Dampf eingelaſſen, der beim Durchgange durch die heißen Canäle ſtark überhitzt wird und darauf durch das weißglühende Brennmaterial in die Kammer $A$ gelangt, wo eine Zerſetzung ſtattfindet, bei der ſich Waſſerſtoff, Kohlenoxyd und geringe Mengen von Kohlenſäure bilden. Dieſe Gaſe ſtreichen durch das Rohr $W$ und das geöffnete Ventil $w$ in die daneben liegende Kammer $A^1$ und daſelbſt herunter durch das weißglühende Brennmaterial in derſelben, indem ſie die aus der Kohle deſtillirten Kohlenwaſſerſtoffgaſe mitführen, und in dieſem zweiten Lager von Brennmaterial wird die Kohlenſäure in Kohlenoxyd verwandelt. Alle theerigen Beſtandtheile oder aus den oberen Kohlenſchichten entwickelten Dämpfe werden in Gaſe verwandelt oder während ihres Durchganges durch das weißglühende Brennmaterial abgeſetzt. Die Waſſer- und Kohlengaſe gelangen in die entſprechende Kammer $B^1$, wo ſie bis zur gewünſchten Leuchtkraft durch Kohlenwaſſerſtoffdämpfe carboniſirt werden. Die carboniſirten Gaſe werden ſodann bei ihrem Durchgange durch die Verdichtungskammer $B^1$ verdichtet. Die heißen Gaſe heizen beim Durchgange durch die Abtheilung $N$ der Kammer $B^1$ das Backſteinmauerwerk derſelben und gelangen zu der hydrauliſchen Verſchlußkammer $P$, von wo ſie nach dem Scrubber oder Condenſator und Reinigungsapparate weitergehen. Die Gaserzeugung wird ſo lange fortgeſetzt, bis das Brennmaterial einen unter der erforderlichen Temperatur liegenden Wärmegrad angenommen hat und die Kammern $BB^1$ ſich abgekühlt haben. Der Dampf- und Oelzufluß werden alsdann abgeſperrt und der Apparat von Neuem angeheizt, mit Ausnahme der Kammer $B^1$, welche von dem zuletzt hindurchgeſtrichenen Gaſe noch genug Hitze zurückbehalten hat. Das Brennmaterial in der Kammer $A^1$ wird auch theilweiſe heiß erhalten, indem der Dampf direct nur die Kammer $A$ durchſtrichen hatte, welche zuerſt abgekühlt wurde, und nur heißes Gas in die Kammer $A^1$ gelangte, welche daher weniger abgekühlt wurde. Der Gebläſewind wird deshalb hauptſächlich oder gänzlich der Brennmaterialkammer $A$ und der Verdichtungskammer $B$ zugeführt. Nach-

: der Apparat wieder gehörig erhitzt ist, wird der Wind abgesperrt und mpf eingelassen, und zwar zuerst in den Wärmegenerator $N$ der Kammer $B^1$, her durch das ausströmende heiße Gas hauptsächlich erhitzt ist, und durch- t dann durch die Kammer $B^1$, wo er überhitzt wird. Er wird darauf in den mern $A^1$ und $A$ zersetzt und in der Kammer $B$ carbonisirt und verdichtet

Fig. 204.

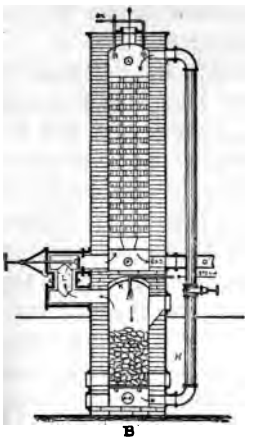



Fig. 205.

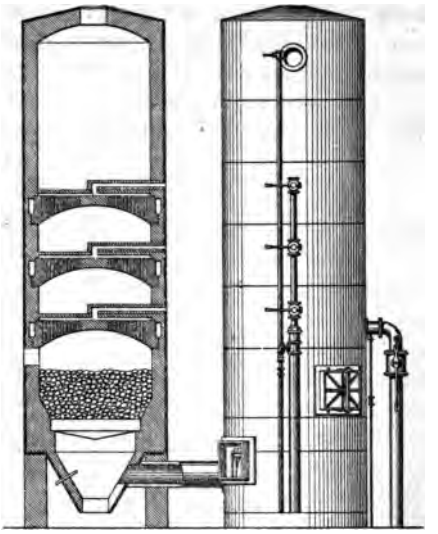
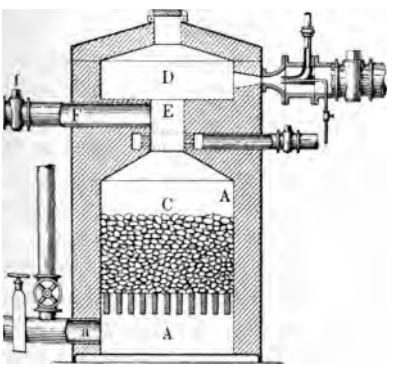
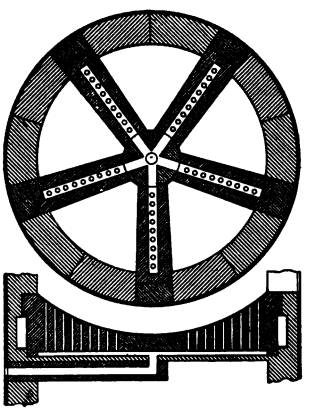


Fig. 206.



nd strömt aus den heißen Abtheilungen $N$ jenseits des Punktes aus, wo die Verbrennungsproducte bei $X$ durch das Rohr $k$ abgezogen sind.

Nach dem ferneren D. R.-P. Nr. 49 224 sollen Luft und Dampf nicht ingeblasen, sondern angesaugt werden [1]).

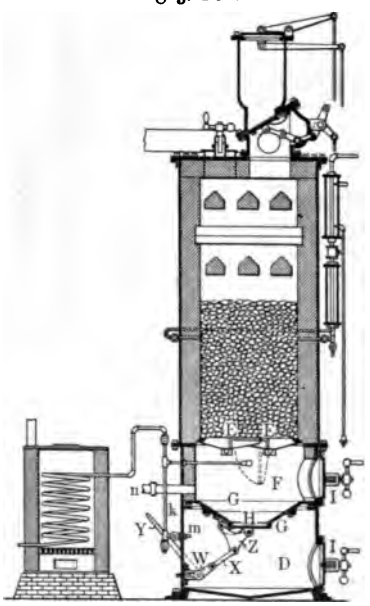
Der Apparat von Springer (D. R.-P. Nr. 71 541) hat die Eigen-

[1]) Fischer's Jahresber. 1890, 172.

thümlichkeit, daß der Ueberhitzer unmittelbar auf dem Generator steht, wie Fig. 204 (a. v. S.) zeigt. Aehnlich ist der Apparat von Mac Kay-Critschlow[1]. Der von Pratt und Ryan unterscheidet sich in der Füllung des Ueberhitzers; statt der üblichen viereckigen Steine ist eine Reihe von Bögen aus feuerfesten Steinen eingemauert (Fig. 205 a. v. S.). Jeder derselben dient als Oeleinlauf, die Bögen sind hohl und durchbrochen. Das Oel läuft zum Mittel des Bogens, vertheilt sich in Arme und fließt in die Kammern aus jedem Arme aus, wird vom heißen Wassergase aufgenommen und mitgeführt. Jeder Bogen kann einzeln gebraucht werden, je nach der Hitze des Ueberhitzers.

Der Gaserzeuger der Fuel Gas and Light Improvement Comp. (D. R.-P. Nr. 53 066) besteht aus zwei durch einen Canal verbundenen Kammern *A* und *D* (Fig. 206 a. v. S.), in deren oberer die Verbrennung von Kohlenwasserstoffen stattfindet. Die untere ist mit hocherhitztem Material *C* gefüllt, um die weitere Zersetzung der Verbrennungsproducte zu bewirken, welche durch Kohlenwasserstoffe angereichert sind, die durch feine Oeffnungen in der Wand des Verbindungscanales eingeführt werden. In die Kammer *A* werden Kohlenwasserstoffe, Luft und Dampf durch ein Strahlgebläse eingeführt und entzündet; die Verbrennungsgase dienen zunächst nur zur Erhitzung des feuerfesten Materials *C*. Ist dies geschehen, so werden die Gase in *A* durch Zuführen von Kohlenwasserstoffen angereichert; es entweicht Leuchtgas durch Rohr *a*, bloßes Heizgas kann durch Rohr *F* entnommen werden. — In D. R.-P. Nr. 53 067 wird eine Abänderung dieser Vorrichtung vorgeschlagen.

Fig. 207.




Nach B. von Steenbergh (D. R.-P. Nr. 52 271) sind die beiden Abtheilungen des Aschenfalls *F* und *D* (Fig. 207) durch einen trichterförmigen Boden *G* von einander getrennt, der eine drehbare Abschlußklappe *H* besitzt, welche unter der Einwirkung der Hebel *Y W X Z* steht. Durch das Rohr *b* und Ventil *m* kann Dampf in die untere Kammer *D* zur Austreibung der Luft eingeführt werden. Wird der Rost *E* geschüttelt, so fällt die Asche in die Kammer *F* auf die Ventilklappe *H*, welche hierbei geschlossen bleibt. Erst nach dem Schütteln des Rostes wird *H* geöffnet, und es fällt die Asche in die zweite Kammer *D*; dann wird die Thür *I* dieser Kammer geöffnet und die Asche aus *D* entfernt. Die während der Entfernung der Asche eingedrungene Luft

[1]) Journ. f. Gasbel. 33, 460.

durch Oeffnung des Ventiles *m* und Einlaß von Dampf nach *D* durch erbei noch offen gelassene Thür *I* wieder ausgetrieben. In die Ab- ig *F* wird durch ein Rohr *n* Luft zur Beförderung der Verbrennung des stoffes eingeleitet[1]).

Mit diesem Apparate unter Verwendung von Anthracit und Naphta elltes carbonisirtes Wassergas hatte nach Lewes[2]) folgende Zu- nsetzung nach der Reinigung:

| | | |
|---|---|---|
| Wasserstoff | 40,33 | Proc. |
| Methan | 17,08 | „ |
| Schwere Kohlenwasserstoffe | 7,59 | „ |
| Kohlenoxyd | 25,00 | „ |
| Kohlensäure | 0,50 | „ |
| Sauerstoff | 0,17 | „ |
| Stickstoff | 9,33 | „ |

Der Apparat von Humphreys, der in Amerika gerühmt wird, besteht Lunge[3]) aus zwei Generatoren, zwei Carburatoren und zwei Ueber- . Die beiden Generatoren sind am Boden durch einen mit feuerfestem versehenen Canal verbunden, ebenso auch die Generatoren mit den Car- ren und diese mit den Ueberhitzern. Beim Anheizen wird das Gebläse eitig unter den Rosten beider Generatoren angestellt. Wenn man Gas kann, wird Wasserdampf oben z. B. in den rechts stehenden Ueberhitzer lasen und streicht durch diesen hinunter, dann in dem Carburator hinauf elangt nun, überhitzt, oben in den rechten Generator; durch diesen streicht ärts und das erzeugte Gas in dem linken Generator wieder aufwärts. n linken Carburator fließt Oel in vier Strömen ein, wird durch das Wassergas beim Durchstreichen völlig verdampft und beim Hinaufsteigen asmischung in dem linken Ueberhitzer völlig „fixirt". Bei der nächsten tion wird alles umgekehrt: der Dampf tritt links oben in den dortigen itzer ein, das Oel wird in dem rechten Carburator zugelassen, und das irte Gas entweicht aus dem rechten Ueberhitzer. — Bei dem gewöhn- Verfahren, wo man mit einem Generator arbeitet, muß dieser eine nde Tiefe haben, um den Dampf vollständig zu zersetzen, alle $CO_2$ in verwandeln und sich beim Kaltblasen nicht zu bald abzukühlen. Wenn un wieder heiß bläst, so bewirkt diese große Tiefe des Generators, daß r CO, also eigentliches Generatorgas entsteht, welches in Amerika nur ständig oder auch gar nicht verwerthet wird. Bei Humphreys aber ist e tiefe Generator durch zwei niedrige Schächte ersetzt, die beide zusammen kaltblasen zur Zersetzung von Wasserdampf dienen, während beim Heiß- die Luft nur durch einen der niedrigen Schächte geht und daher in , neben CO, doch auch viel $CO_2$ entsteht, also weit weniger Brennstoff n geht.

Anlage für carburirtes Wassergas in Bremen, welche nach Hum- s und Glasgow von Julius Pintsch erbaut wurde, beschreibt

[1]) Fischer's Jahresber. 1890, 171. — [2]) Industries 1890, 306. — [3]) Fischer's ber. 1894, 167.

A. Hipper[1]). Generator, Carburator und Ueberhitzer sind mit Scharmotte-futter ausgemauert; zwischen diesem und dem eisernen Mantel ist Schlacken-wolle als Isolationsmaterial eingestampft. Der Verlust an Wärme durch Strahlung ist sehr gering. Der Generator wird von oben durch eine Füll-thür $f$ (Fig. 208 und 209) mit Koks gefüllt; etwa 1 m über dem Fußboden ist ein Schüttelrost eingebaut, der beim Schlacken geschlossen wird, um das Durchfallen des Koks zu verhindern. Er ist durch jede der vier Schlackthüren $a$ ober- und unterseits zu erreichen. Zwei Gasabgänge $g'$ und $g''$, von denen der eine im Generator oberhalb der glühenden Koksschicht, der andere unterhalb des Rostes angeordnet ist, sind durch die beiden Schieber $S'$ und $S''$ ab-sperrbar. Hinter denselben vereinigen sich die beiden Rohre durch das Ver-bindungsrohr $r$ in einem T-Stücke $R$, das oben in den Carburator mündet.

Fig. 208.

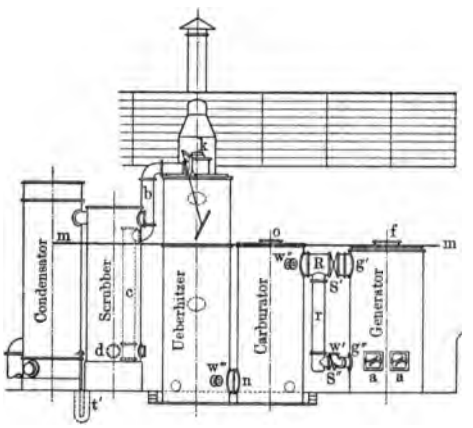
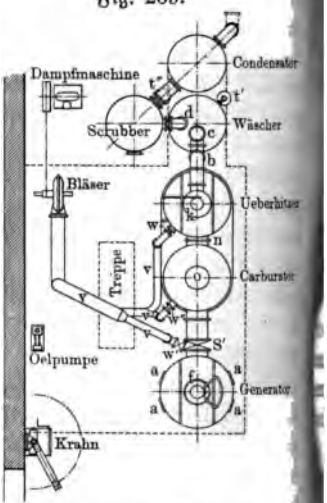



Fig. 209.




Carburator und Ueberhitzer, durch Rohr $n$ unten mit einander verbunden, sind innen nach Art der Regeneratoren vollständig mit kreuzweise über einander gelegten Scharmottesteinen ausgefüllt, so daß das Gas gezwungen ist, den geraden Weg fortwährend zu ändern und sich auf diese Weise an den glühenden Steinen zu stoßen. Das Gas durchstreicht den Carburator von oben nach unten und den Ueberhitzer in umgekehrter Richtung. Letzterer ist oben mit zwei Gas-abgängen versehen, von denen der eine durch $b$ und $c$ zum Wäscher führt und durch Eintauchen in das Wasser abgeschlossen ist, während der andere durch einen Schornstein ins Freie mündet und durch Klappe $k$ gasdicht absperrbar ist. — Generator, Carburator und Ueberhitzer sind durch eine gemeinsame Luft-leitung $v$ mit einem Bläser, der durch eine Dampfmaschine angetrieben wird, verbunden. Derselbe drückt die zur Verbrennung nöthige primäre Luft durch $w'$ unter dem Roste in den Generator, die secundäre Luft durch $w''$ und $w'''$

[1]) Journ. f. Gasbel. 1899, 257.

rhalb bezw. unterhalb des Scharmottegatterwerkes in den Carburator und berhitzer. Die Windleitungen ſind unmittelbar an Apparaten durch Schieber perrbar; anſchließend an dieſe ſind ſogenannte Exploſionsklappen angeordnet. — ne Oelpumpe ſaugt aus den Vorrathsbehältern das zur Carburation des aſſergaſes nöthige Oel und drückt es, nachdem es einen auf der Arbeitsbühne geſtellten Oelmeſſer und den Oelvorwärmer paſſirt, durch einen Centrifugal-theiler oben bei *o* in den Carburator. Der Oelvorwärmer beſteht aus em Rohre, das central in dem Gasrohre *c* eingebaut iſt. Das den Ueber-er verlaſſende heiße Gas umſpült das Oelrohr und giebt ſo einen Theil ſeiner rme, bevor es in den Wäſcher übertritt, an das Oel ab.

Um die kalten Apparate anzuheizen, werden ein paar Karren glühender s und darüber ein paar Karren kalter Koks von oben durch die Füllthür *f* den Generator geſchüttet, und nachdem dieſe wieder geſchloſſen, bei geöffneter appe *k* durch das Gebläſe Luft von unten in den Generator bei *w'* geblaſen. t auf dieſe Weiſe die ganze Koksſchicht glühend geworden und hat durch iteres Einblaſen von Luft die Bildung von Generatorgas begonnen, ſo kann n Anheizen von Carburator und Ueberhitzer übergegangen werden, indem rch Einblaſen von ſecundärer Luft bei *w''* und ſpäter, wenn die Steine des rburators rothglühend geworden und der Ueberhitzer anfängt, unten rothe rbe zu zeigen, bei *w'''* die Generatorgaſe in den beiden Apparaten zur Ver-ennung gebracht werden. Die Hitze im Innern von Carburator und Ueber-ter iſt von großem Einfluß auf die Leuchtkraft des Gaſes und wird geregelt rch die Stellung der Secundärluftſchieber. Zwei weitere Schauhähne geſtatten Beobachtung des Feuers im Generator und Carburator von oben aus. Die uchgaſe entweichen oben am Ueberhitzer durch den Schornſtein. Haben Car-rator und Ueberhitzer eine gleichmäßige kirſchrothe Farbe, ſo werden die Luft-ieber geſchloſſen, am Generator wird unter dem Roſte Dampf eingeblaſen, Schornſteinklappe *k* geſchloſſen und der Oelhahn geöffnet. Der Waſſer-mpf durchſtrömt die glühende Koksſchicht und wird in bekannter Weiſe zer-t. Das heiße Waſſergas tritt durch Schieber *S'* und Rohr *R* oben in den rburator, wo eine gemeſſene Menge Oel bei *o* eingeſpritzt wird, die bei der rührung mit den glühenden Steinen verdampft. Das mit dieſen Oel-mpfen geſchwängerte Waſſergas durchſtrömt den Carburator nach abwärts d den Ueberhitzer in umgekehrter Richtung, wobei durch die fortwährende rührung mit den glühenden Steinen die Oeldämpfe fixirt, d. h. in gasförmige ohlenwaſſerſtoffe umgewandelt werden. Da die Klappe *k* geſchloſſen iſt, mmt das carburirte Gas ſeinen Weg durch *b* und *c*, durch die Eintauchung s Wäſcher zum Scrubber und Condenſator, von wo es von Theer und Staub freit und gekühlt in den Ausgleichsbehälter gelangt. Durch das andauernde ſtrömen von Dampf und die Zerſetzung deſſelben im Generator ſowohl als ch durch das Einſpritzen und Verdampfen von Oel im Carburator und berhitzer wird die Temperatur in den drei Apparaten um ſo mehr herunter-drückt, je länger die Periode des Gasmachens dauert, und iſt die Dauer rſelben daher eine beſchränkte. Dann wird zuerſt der Oelzufluß und nach niger Zeit die Dampfzuſtrömung abgeſperrt. Durch Einblaſen von Luft bei

... das aus Carburator und Ueberhitzer heraus... ...öffnet und durch Oeffnen der Luftschieber bei... ...ie, wie eben beschrieben, mit Sekundärluft ver... ...mit wechselnd alle 45 Min. und etwas dauert erstieres vier... ...minuten. Beide Perioden zusammen nennt man eine... ...drei bis vier Gängen ist die Aschenschicht im Gene... ...dann, und es muß wieder neu gefüllt werden. Da... ...geschlossenen Windleitungen und offener Klappe b... ...Inhalt werden hochgeworfen, bis die geöffnete... ...und der Koks durch Brüder rings im Boden be... ...in den Generator prüfen.

...eine besondere Vorrichtung getroffen, welche... ...dem Roste einströmen zu lassen, wobei be... ...Schieber S' entweder ausschließend den Dampf... ...von unten durch S'' und Rohr r nach dem Car... ...beiden Schieber S' und S'' sind mit Zahn... ...bestimmen, daß Schieber S' geöffnet, wenn S''... ...Bei der Anwärmperiode wird zunächst das Küh... ...den Dampf nach unten ab, oder senden, gedreht, b... ...Umstellung durch einen Handgriff erfolgen werden. Die... ...und r'' haben ungleichen Querschnitt, wie... ...Schieber S' und Rohr R durch welche be... ...das beim Blasen in vierfacher Menge erzeu... ...größeren Querschnitt als die Umgangsleitung... ...beim Abwärmegasen freien. Während... ...Blasen, die Gasentnahme nur vier Minuten dauert,... ...Zeit außer Betrieb gewesen ist und die... ...kurzen Zeit, etwa ½ bis 1½ Stunden, wie... ...erforderliche Temperatur zu bringen. Wenn... ...die Schieber die Schieber schwenkt, die Klappe K... ...eine weitere Oeffnen einer Schlackentür im Gene... ...zu vermeiden, so kann dadurch ein... ...Luftzutritt eintreten, wodurch bei Wieder... ...Abwärmegasen in wenigen Minuten wieder... ...kann. Da es nun längere Zeit erfordert,... ...diesem Abwärmegase mit Sekundärluft Car... ...Wasserdampf zu versehen ist, wurde während dieser Zeit... ...Luft des Generators in seinem unteren... ...und zugleich eine über... ...unverbrannt als Verlust... ...Um dies zu verhindern, d. h. die... ...herabzudrücken, wird in... ...Generator geschlossen... ...Ueberhitzer mit ein... ...durch den höheren...

[illegible] des Wassergases ein rußfreies Anbrennen der Kerzen erzielt werden. [illegible] beiden Perioden des Anbrennens mittels Gummischlauch mit Wassergas vier Minuten) wiederholen und die ersten Kerzen 4 st lange, bis die Steine Carburator und Ueberhitzer auf gleichmäßige Rothglut erhitzt sind; dann [illegible] zum Gasen übergegangen werden. Das Wassergas wird durch entsprechende Oelzufuhr auf dieselbe Leuchtkraft gebracht wie das Kohlengas. Die Saturationsmaterialien wird Fr. [illegible] aus der Fabrik über Mannheim bei Halle mit 0,92 bis 0,94 Ver. berechnet. Der benutzten werden für 1 und 1000 cbm Gas 25 k bis 150 einer tüchtigen Leistung in [illegible]'s Normal-Argand-Brenner gerechnet werden. Die Reinigung betreffend, welches sich in Bremen auf 7 Mk. für 100 k stellt, werden eine Proc. Theer produciren. Wenn man diese mit 1 Mk. für 100 k dagegen Rechnung setzt, ist hierzu mit 6,41 Mk. für 100 k Oel. Der Oelverbrauch für HK und 1000 cbm Gas stellt sich also auf 25 × 0,064 Mk. 1,47 Mk. Der hauptsächlichste Kostenbetrag im Betriebe der Reinigung Kalk aus eigener Kalkbrennerei mit einem Einkaufspreis von 6 Proc. beträgt 1000 cbm Gas 500 k; der Kostenbetrag für Dampfkesselfeuerung 0 k (bezw. bei Verfeuerung des gewonnenen Theerwassers 25 k Kohle und k Theer). Die tägliche Gasproduction beträgt bei einer Leistung von bis 24 HK 750 bis 790 cbm, so daß mit der Ladung in 24 Stunden Ruhepausen mit eingerechnet rund 15 000 cbm carburirtes Wassergas erzeugt werden können. — Der Steinvorrath des Apparates beträgt im Minimum, der des mit Eisenschwamm gemischten Satzes 2,4 t bis 2,6 cbm. Das spec. Gewicht des carburirten Wassergases ist bekanntlich höher als das des Steinkohlengases; es beträgt 0,56 und muß in Folge dessen der Zug im Kamin je nach dem Mischungsverhältnisse des Satzes erhöht werden. Der Zusatz carburirten Wassergases beträgt im Maximum des günstigen Verhältnisses 12 Proc. der Gesammtgasmenge und wird in der Regel mit geringerem Verbrauch gelernt bis zu 20 Proc. gesteigert werden. Während Sommermonate ist die Ladung meist Benzol. — Der Kohlenstoffgehalt des fertigen Kohlengases beträgt im Durchschnitt 6 Proc. Zusatz des günstigen 12 bis 20 Proc. carburirten Wassergases, das im Durchschnitt 26 Proc. Kohlenstoff enthält, wird also der Kohlenstoffgehalt des Mischgases auf 8 bis 10,4 Proc. erhöht.

[illegible] Europeiska Wattengas Anläggningar [illegible] Ueberhitzten Wassergases mit Carburirung [illegible] Wasserbaum ist in kurzen Worten, was [illegible] ist, so daß der ganze Satzraum mit der Kohle [illegible] richtig ist (S. 196).

Die Europäische [illegible] in Zusammen R.-P. Nr. 36 [illegible] mit Bezug auf [illegible] Dampfkessel, den eisernen Satz nicht zu [illegible].

Nach Angabe [illegible] der Generator in einer [illegible] Zusammensetzung

so, daß die Büchse den Mantel des Generators bildet. Der im Gener über dem Brennmateriale frei bleibende Raum dient dann als Feuerraum d Kessels und dessen Wandung als dampferzeugende Fläche. Diese kann d Einfügung von Field-Röhren vergrößert werden[1]); praktische Anwend haben dieselben nicht gefunden. — Dieselbe (D. R.-P. Nr. 35 934) constru eine Umsteuerungsvorrichtung.

Nach E. Blaß[2]) wurden auf den Werken von Schulz, Knaudt & C in Essen zuerst Generator und Dampferhitzer getrennt. Die Explosionsge und sonstige Uebelstände veranlaßten aber die Dampfüberhitzung überh fallen zu lassen und folgende Einrichtung zu wählen (siehe Fig. 210). v. Langer[3]) tritt der durch Schieberventil *V* (Fig. 210) regelbare D bei *D* in den mit Koks gefüllten Generator, das gebildete Wassergas u unten aus dem Generator abgeleitet, wo demselben die Verbrennungsl zugeführt wird. Hierbei könnte die Gefahr eintreten, daß mit dem Wasser auch Luft in den Scrubber und Gasometer geblasen wird, da, sobald der f fällige Windschieber nicht gut schließt, mit dem Wassergase auch Luft in d Raum *A* gelangen könnte, so lange das Wassergas dort nicht eine höhere Pres besitzt als wie die Luft in der Windleitung, was zu Anfang und zu Ende d Gasmachens der Fall ist. Während der übrigen Zeit der Gaserzeugung wi das Wassergas vermöge Ueberdruckes in die Windleitung treten, dort e explosives Gemenge bilden, welches, in den anderen Generator geblasen, schlimmste Explosion hervorrufen würde. Zur Vermeidung beider Fälle ist wassergekühlte Schieber *S* angewendet, welcher den Windcanal stets absp sobald der Gascanal offen ist und umgekehrt. Unterhalb der Windeinströmung ist in die Windleitung eine Drosselklappe *d* eingebaut, welche geschlossen wi sobald der Schieber den Gascanal öffnet. Dadurch ist der Wind doppelt ab gesperrt und ist die genügende Sicherheit vorhanden, um mit hoher Win pressung arbeiten zu können. Werden die Schieberflächen undicht, so kann be Umsteuern eine Mischung von Luft und Gas eintreten, welche sodann sof bei den Oeffnungen *a* herausexplodirt. Damit die Schlacke leicht entfer werden kann, ist dem Generator ein Kühlring *K* beigegeben, an welchen s die Schlacke ansetzt. Da die Flächen des Kühlringes durch frisch zufließen Wasser kalt gehalten werden, ist die Schlacke von demselben leicht abzulö Dieselbe wird durch vier Mortonthüren entfernt. Die Brennstoffsäule bil unterhalb des Kühlringes einen Kegel und läßt den ringförmigen Raum *A* fr

Während des Warmblasens ist der Obertheil des wassergekühlt Schiebers so gestellt, daß der Windcanal mit dem Generator verbunden ist, d Drosselklappe *d* ist offen, ebenso das Generatorgasventil *G*; geschlossen ist de Gasausströmcanal *g* in den Scrubber und das Schieberventil *V*. Währe des Gasmachens ist geschlossen *G* und *d*; der Obertheil des wassergekühlt Schiebers schließt den Windcanal und stellt die Verbindung vom Generat

[1]) Zeitschr. f. chem. Industrie 1887, 10. — [2]) Stahl u. Eisen 1886, 3. — [3]) Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1887, Sonderabdruck; Fischer's Jahresber. 1887, 150; Zeitschr. f. chem. Industrie 1887, II, 158.

ger; $V$ ist geöffnet. Die Verbindung zwischen Gasometer und odann nur durch den Wasserverschuß $w$ im Scrubber, welcher gt, gestört.

Schieber $S$ sind zwei Ständer $t$ aufgeschraubt, in welchen eine rt ist. Diese Welle steht mit der Steuerwelle $v$ in Verbindung. findlichen Hebel bewegen den Obertheil von $S$, besorgen das chließen von $d$ und des Schiebers in $V$. Ein auf $v$ aufgekeilter das Oeffnen und Schließen des Generatorgasventils, $v$ wird rad $H$ gedreht. Die Anordnung ist so getroffen, daß durch die $T$ nach einer Seite der Obertheil von $S$ den Windcanal schließt, öffnet. Gleichzeitig wird $d$ und $G$ geschlossen, der Schieber . Durch Drehung nach der anderen Seite wird der Obertheil canal schließen, den Windcanal öffnen, gleichzeitig wird $d$ und $G$ r Schieber von $V$ geschlossen. Der Arbeiter hat somit nur das echend zu drehen, um den Apparat entweder auf „Gasmachen" sen" zu stellen. Durch Unvorsichtigkeit von Seite des Arbeiters Unglück geschehen. Der Fülltrichter $E$ ist so eingerichtet, daß, t ist, $e_2$ zubleibt, wird $e_1$ geschlossen, so kann $e_2$ geöffnet werden. ei jedesmaligem Entleeren des Fülltrichters nur so viel Gene- reie, als die Füllbirne faßt. — Um mit Sicherheit Wassergas nnen, muß der Arbeiter die im Generator und Scrubber uckverhältnisse stets vor Augen behalten. Zu diesem Zwecke Räumen $A$ und $B$ Gasrohre zu Wasserstandsgläsern auf der so auch vom Scrubber oben und unten. Der Druck wird wie in Millimeter Wassersäule:

| | Generator | | Scrubber | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | oben | unten | oben | unten | |
| n . . . . . | 180 | 400 | 120 | 120 | (Gasometerdruck) |
| . . . . . | 700 | 600 | 250 | 250 | |

des Gasmachens wird der Druck durch das Ventil von $V$, dessen r Arbeitsplatte sich befindet, durch den Arbeiter regulirt.

Generator in Betrieb zu setzen, werden in denselben auf Holz- k Koks gefüllt, worauf sofort mit etwa 50 mm Pressung (im ssen) geblasen wird. Es wird rasch weiter gefüllt und in dem- isse, als wie die Brennstoffsäule höher wird, auch der Winddruck d die Generatoren gefüllt, was in etwa $1^1/_2$ Stunden der Fall e Windpressung bereits 400 mm Wassersäule betragen. Die neratorgase sind vorerst schlecht und mit Luft gemengt, dann sie unter den Kesseln, wohin sie geleitet werden, zu brennen. der Kessel muß ein gutes Kohlenfeuer erhalten werden. Sind t gefüllt, so kann, sobald die Schieber, welche die Leitung zum perren, geöffnet sind, mit der Wassergaserzeugung begonnen nn wird abwechselnd fünf Minuten Gas gemacht, d. h. Dampf d zehn Minuten warmgeblasen, d. h. Wind eingeblasen. In

um Scrubber her; $V$ ist geöffnet. Die Verbindung zwischen Gasometer und Generator ist sodann nur durch den Wasserverschuß $w$ im Scrubber, welcher 100 mm beträgt, gestört.

Auf den Schieber $S$ sind zwei Ständer $t$ aufgeschraubt, in welchen eine Welle $m$ gelagert ist. Diese Welle steht mit der Steuerwelle $v$ in Verbindung. Die auf $m$ befindlichen Hebel bewegen den Obertheil von $S$, besorgen das Oeffnen und Schließen von $d$ und des Schiebers in $V$. Ein auf $v$ aufgekeilter Hebel besorgt das Oeffnen und Schließen des Generatorgasventils, $v$ wird durch das Handrad $H$ gedreht. Die Anordnung ist so getroffen, daß durch die Drehung von $H$ nach einer Seite der Obertheil von $S$ den Windcanal schließt, den Gascanal öffnet. Gleichzeitig wird $d$ und $G$ geschlossen, der Schieber von $V$ geöffnet. Durch Drehung nach der anderen Seite wird der Obertheil von $S$ den Gascanal schließen, den Windcanal öffnen, gleichzeitig wird $d$ und $G$ geöffnet und der Schieber von $V$ geschlossen. Der Arbeiter hat somit nur das Handrad entsprechend zu drehen, um den Apparat entweder auf „Gasmachen" oder „Warmblasen" zu stellen. Durch Unvorsichtigkeit von Seite des Arbeiters kann somit kein Unglück geschehen. Der Fülltrichter $E$ ist so eingerichtet, daß, wenn $e_1$ geöffnet ist, $e_2$ zubleibt, wird $e_1$ geschlossen, so kann $e_2$ geöffnet werden. Es tritt also bei jedesmaligem Entleeren des Fülltrichters nur so viel Generatorgas ins Freie, als die Füllbirne faßt. — Um mit Sicherheit Wassergas erzeugen zu können, muß der Arbeiter die im Generator und Scrubber bestehenden Druckverhältnisse stets vor Augen behalten. Zu diesem Zwecke führen aus den Räumen $A$ und $B$ Gasrohre zu Wasserstandsgläsern auf der Arbeitsplatte, so auch vom Scrubber oben und unten. Der Druck wird wie folgt gehalten, in Millimeter Wassersäule:

| | Generator | | Scrubber | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | oben | unten | oben | unten | |
| Warmblasen . . . . . | 180 | 400 | 120 | 120 | (Gasometerdruck) |
| Gasmachen . . . . . | 700 | 600 | 250 | 250 | |

Während des Gasmachens wird der Druck durch das Ventil von $V$, dessen Handrad auf der Arbeitsplatte sich befindet, durch den Arbeiter regulirt.

Um den Generator in Betrieb zu setzen, werden in denselben auf Holzfeuer etwa 700 k Koks gefüllt, worauf sofort mit etwa 50 mm Pressung (im Raume $A$ gemessen) geblasen wird. Es wird rasch weiter gefüllt und in demselben Verhältnisse, als wie die Brennstoffsäule höher wird, auch der Winddruck gesteigert. Sind die Generatoren gefüllt, was in etwa $1^1/_2$ Stunden der Fall ist, so muß die Windpressung bereits 400 mm Wassersäule betragen. Die entwickelten Generatorgase sind vorerst schlecht und mit Luft gemengt, dann aber beginnen sie unter den Kesseln, wohin sie geleitet werden, zu brennen. Auf dem Roste der Kessel muß ein gutes Kohlenfeuer erhalten werden. Sind die Generatoren gefüllt, so kann, sobald die Schieber, welche die Leitung zum Gasometer absperren, geöffnet sind, mit der Wassergaserzeugung begonnen werden. Sodann wird abwechselnd fünf Minuten Gas gemacht, d. h. Dampf eingeblasen, und zehn Minuten warmgeblasen, d. h. Wind eingeblasen. In

Witkowitz waren zwei ſolcher Generatoren von je 10 cbm Inhalt im Betriebe. Die beim Warmblaſen erzeugten Generatorgaſe wurden unter vier Dampfkeſſeln verbrannt. Das Waſſergas hatte folgende mittlere Zuſammenſetzung:

| | |
|---|---|
| Kohlenſäure | 4 Proc. |
| Kohlenoxyd | 40 „ |
| Waſſerſtoff | 50 „ |
| Stickſtoff | 6 „ |

Die beiden Generatoren lieferten an einem Tage aus 24 160 k Koks 17 760 cbm Waſſergas.

In Eſſen iſt ein ſolcher Generator im Betriebe, welchen der Verf.[1]) im Auguſt 1883 und am 20. und 21. Juli 1887 unterſuchte. Es wurde hier jedesmal 4 Minuten lang Waſſergas gemacht und 11 Minuten Generatorgas. Am 21. Juli wurden von 9 Uhr 10 Min. bis 12 Uhr, dann von 2 Uhr 21 Min. bis 6 Uhr 11 Minuten zuſammen 3690 cbm Waſſergas hergeſtellt[2]) und dazu 3256 k Koks gebraucht. Letzterer beſtand aus:

| | |
|---|---|
| Kohlenſtoff | 84,8 Proc. |
| Waſſerſtoff | 0,5 „ |
| Stickſtoff, Sauerſtoff | 2,1 „ |
| Aſche | 10,6 „ |
| Waſſer | 2,0 „ |

Die Generatorgaſe hatten im Mittel von je zwei Analyſen folgende Zuſammenſetzung:

| | Nach 1 Min. | Nach 6 Min. | Nach 10 Min. |
|---|---|---|---|
| $CO_2$ | 7,04 | 4,03 | 1,60 |
| CO | 23,68 | 28,44 | 32,21 |
| $CH_4$ | 0,44 | 0,39 | 0,18 |
| H | 2,95 | 2,20 | 2,11 |
| N | 65,89 | 64,94 | 63,90 |

Am Generator ſelbſt ausgeführte Kohlenſäurebeſtimmungen ergaben 1,5 bis 7,2 Proc. Die Gaſe würden weniger Kohlenſäure enthalten, wenn nicht ſo ſtark geblaſen würde. 1 cbm dieſer Gaſe hat ſomit im Mittel einen Brennwerth von 950 w und enthält 0,178 k Kohlenſtoff. Die Temperatur der Gaſe ſtieg bis 505°. Nach 1, 2,5 und 4 Minuten „Gasmachen“ hatte das Waſſergas im Mittel von drei Verſuchsreihen folgende Zuſammenſtellung:

| | Nach 1 Min. | Nach 2,3 Min. | Nach 4 Min. |
|---|---|---|---|
| $CO_2$ | 1,8 | 3,0 | 5,6 |
| CO | 45,2 | 44,6 | 40,9 |
| $CH_4$ | 1,1 | 0,4 | 0,2 |
| H | 44,8 | 48,9 | 51,4 |
| N | 7,1 | 3,1 | 1,9 |

Die letzten Proben enthielten bereits erhebliche Mengen überſchüſſigen Waſſerdampf. Zahlreiche am Generator mit dem Apparate (Bd. I, S. 2

[1]) Fiſcher's Jahresber. 1887, 150. — [2]) Dieſe Meſſungen wurden unmittelbar am Gaſometer ausgeführt, ſind daher nicht ganz genau.

geführte Analysen bestätigten, daß der Kohlensäuregehalt des Gases von 2 bis 6,8 Proc. betrug. Im August 1883 entnommene Proben ergaben:

| | Nach 1 Min. | Nach 4 Min. |
|---|---|---|
| $CO_2$ | 2,2 | 9,8 |
| CO | 43,6 | 35,1 |
| $CH_4$ | 0,9 | Spur |
| H | 43,2 | 55,1 |
| N | 10,1 | 2,0 |

Am 21. Juli 1887 genommene Gasproben aus dem Gasometer (I, II) d Reiniger (III) enthielten:

| | I | II | III |
|---|---|---|---|
| $CO_2$ | 2,71 | 3,88 | 3,41 |
| CO | 43,95 | 44,05 | 43,01 |
| $CH_4$ | 0,31 | 0,41 | 0,36 |
| H | 48,97 | 47,80 | 48,92 |
| N | 4,06 | 3,86 | 4,30 |

Im Mittel hatte also 1 cbm Wassergas folgenden Brennwerth:

| | Zusammen Proc. | Brennwerth w |
|---|---|---|
| $CO_2$ | 3,3 | 0 |
| CO | 44,0 | 1342 |
| $CH_4$ | 0,4 | 34 |
| H | 48,6 | 1254 |
| N | 3,7 | 0 |
| | | 2630 |

1 k Koks lieferte 1,13 cbm Wassergas, entsprechend 2970 w. Dieselben hielten: $1{,}13 \times 0{,}477 \times 0{,}5395 = 0{,}291$ k Kohlenstoff.

Die übrigen 0,557 k Kohlenstoff lieferten 3,13 cbm Generatorgas. Von n 7000 w des Koks finden sich somit im

| | | |
|---|---|---|
| Wassergas | 2970 w | = 42 Proc.[1]) |
| Generatorgas | 2970 „ | = 42 „ |

An Kühlwasser wurden stündlich gebraucht für

| | l | Temp. |
|---|---|---|
| Ringdüse | 4500 | 70,5° |
| Schieber | 420 | 82 |
| Scrubber | 2700 | 71 |

Somit nimmt das Kühlwasser stündlich rund 3800 hw auf, oder für je vergasten Koks etwa 8 hw. Da diese Wärme theilweise dem glühenden ks entzogen wird, so ist es unter Umständen vortheilhaft, den Kühlring fort- ssen, so daß die Schlacke flüssig entfernt wird; allerdings leidet dann die

[1]) Die Wärme des zugeführten Wasserdampfes ist hier nicht berücksichtigt. 1,133 cbm Wassergas erfordern 0,45 k Wasserdampf entsprechend 290 w, so rund 550 w auf den Wärmeverlust des Generators und des Generatorgases allen.

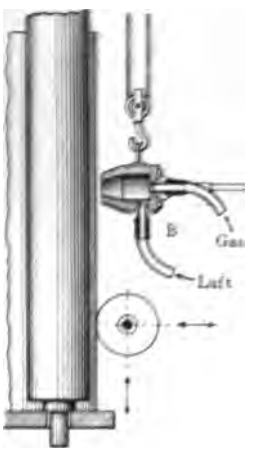
Ausmauerung des Schachtes, was jetzt fast gar nicht der Fall ist. Ferner ist beachtenswerth, daß gegen Ende des „Gasmachens" überschüssiger Wasserdampf mitdurchgeht, der jedenfalls einen Wärmeverlust bedingt. Es dürfte sich daher empfehlen, entsprechend der Temperaturabnahme die Dampfzuführung zu verringern.

Die Europäische Wassergasgesellschaft machte im Jahre 1890 folgende Angaben über die Kosten dieses Verfahrens (s. nebenstehende Tabelle).

In Witkowitz wurde das in derselben Weise hergestellte Wassergas zum Heizen von Schweißöfen und Siemens-Martin-Oefen sowie zur Beleuchtung mit Fahnehjelm'schen Magnesiakammern verwendet. Nach J. v. Langer[1]) wurden in einem Wassergas-Martin-Ofen in 24 Stunden 200 hk Stahl erzeugt. Der Gasverbrauch betrug etwa 5 cbm in der Minute. Die Luft wurde in den Regeneratoren auf 1200 bis 1400° erwärmt. Die Temperatur im Ofen war nahe der Platinschmelzhitze. Die Wärme der abziehenden Gase betrug hinter den Regeneratoren noch 400 bis 500°. Es entfielen auf 100 k fertigen Stahl 60 cbm Wassergas oder etwa 15 k Kohlenstoff bezw. 19 k Kohle; Anheizen und Einschmelzen des Bodens mit einbezogen. In einem gewöhnlichen Siemens-Martin-Ofen wurden für 100 k fertigen Stahl 40 k Kohlenstoff oder auf 50 k Ostrauer Kohle verwendet[2]). Diese Verwendung ist aufgegeben, wesentlich weil das Ofenmauerwerk nicht Stand hielt. Das Wassergas wird jetzt hier, in Essen und einigen anderen Anlagen zur Beleuchtung (s. d.), zum Schweißen, Schmelzen von Metallegirungen u. dergl. verwendet.

Zum Schweißen[3]) von Dampfkesselrohren steht die gebogene und in der Schweißfuge entsprechend vorgerichtete Blechplatte lose auf einem drehbaren Tische, der in Verbindung mit einer senkrecht stehenden Walze den Halt und die Unterstützung der Blechplatte bildet, wenn die Schweißung erfolgen soll. Mittelst des in einem Flaschenzuge hängenden Brenners *B* (Fig. 211) wird das von der Walze etwas abgerückte Blech an der zu verschweißenden Stelle auf etwa 10 cm Länge bestrichen und hierdurch in Weißglut versetzt. Hierauf wird eine wagerecht und senkrecht verstellbare Rolle mit starkem hydraulischen Drucke über die Schweißstelle hin- und hergerollt, bis die Schweißung vollendet und die Schweißstelle geglättet ist. Hierauf setzt man die Schweißung mit der Erhitzung der benachbarten Partie weiter fort. Bei J. Pintsch in Fürstenwalde dient das Wassergas zum Schweißen von Gassammelkesseln, Bojen für Seebeleuchtung, Cellulosekochern u. s. w.,

Fig. 211.




[1]) Zeitschr. d. österr. Ing. u. Arch. 1887, Sonderabdruck; Fischer's Jahresber. 1897, 154. — [2]) Vergl. Fischer's Jahresber. 1890, 184 u. 187. — [3]) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1891, 821; 1893, 1416; Fischer's Jahresber. 1893, 271.

## Anlagekosten und Preis von 1 cbm Wassergas für Industriezwecke.

| Benennung | Bei 20 Stunden Betriebszeit | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Größe der Apparate in Cubikmetern . . . Prod. f. d. Stunde | 1 000 | 500 | 250 | 150 | 56 bis 70 | 20 bis 30 | 10 bis 15 |
| Anlagecapital in Mark . . . . . | 56 800 | 33 500 | 26 200 | 20 240 | 12 980 | 7 900 | 5 400 |
| Amortisation und Verzinsung zu 9 Proc. . . . . Pfg. | 0,085 | 0,10 | 0,155 | 0,20 | 0,275 | 0,395 | 0,54 |
| Brennmaterial für 1 t 8 Mark und 1 k für 1 cbm . . . Pfg. | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 |
| Wasser für Kühlung und für die Dampfkessel . . . . . Pfg. | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 |
| Arbeitslohn . . . . . Pfg. | 0,08 | 0,12 | 0,18 | 0,30 | 0,64 | 1,00 | 2,00 |
| Preis eines Cubikmeters Wassergas . . . . . Pfg. | 1,045 | 1,10 | 1,215 | 1,38 | 1,795 | 2,275 | 3,42 |
| Bei rationeller Verwendung der Generatorgase ist das Wassergas nur mit 0,5 k Brennmaterial zu belasten und ist dann der Preis . . . . . Pfg. | 0,645 | 0,70 | 0,815 | 0,98 | 1,395 | 1,875 | 3,02 |

Bei verschiedenen Anlagen stellten sich die Herstellungskosten (ohne Generatorgas) auf 2,3 bis 5,6 Pfg. (Fischer's Jahresbericht 1893, 121).

von Blechen von 10 bis 40 mm Dicke (die Dauer einer Schweiße von 10 mm dickem Blech beträgt etwa 1,5 Minuten), zum Hart- und Weichlöthen von Gasbehältern von 4 und 6 mm Blechſtärke. In einer Stunde können etwa 21 m Hartlothnähte fertiggeſtellt werden. Ferner dient dort das Waſſergas zum Schmelzen von Phosphorbronze und anderen Metallen bis zu 10 hk (die Schmelzdauer für 10 hk Phosphorbronze betrug bei ununterbrochenem Betriebe etwa drei Stunden); ferner zum Glasblaſen und zu verſchiedenen anderen Arbeiten in der Glühlampenfabrikation.

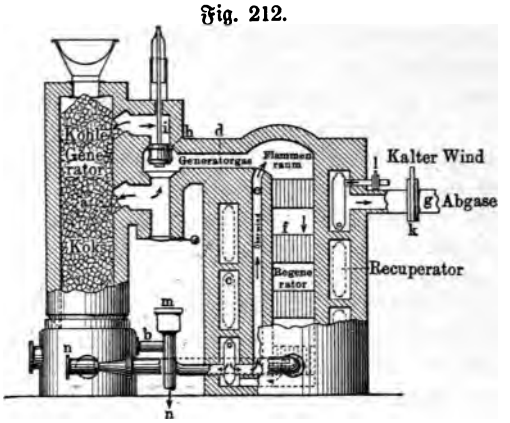
In neuerer Zeit wird ſeitens der Firma Julius Pintſch auf die waſſergekühlte Düſe verzichtet, indem das Innere des Generators cylindriſch ausgemauert wird und in Höhe der bisherigen Düſe Roſtſtäbe eingelegt werden. Zudem wird der Dampf auch von unten eingeleitet, ſo daß der Roſt ſtets kühl gehalten und die ſich bildende Schlacke zerbröckelt wird. Das Schlacken, welches je nach der Koksſorte vier- bis ſechsmal in 24 Stunden erfolgt, iſt hierdurch weſentlich erleichtert worden. Auf 1 cbm Waſſergas entfallen etwa 4 cbm kohlenoxydreiches Generatorgas, welches in kaltem Zuſtande noch einen Heizwerth von 600 bis 700 w für 1 cbm hat. Das Waſſergas wird für Schweiß-, Löth-, Heizzwecke u. ſ. w. verwendet (S. 228), während das Generatorgas nach einer gehörigen Reinigung von Staub ebenfalls in einen Gasbehälter gedrückt wird und zum Betriebe von zwei 150 pferdigen Gasmotoren Verwendung findet. Der Verbrauch von Generatorgas für eff. Pferdeſtärke beträgt 3,5 cbm die Stunde. An Koks werden für 1 cbm Waſſergas und für die eff. Pferdekraft etwa 1,3 k verbraucht, und zwar einſchließlich Unterfeuerung für den Dampfkeſſel und aller Verluſte während einer Betriebsdauer von mehreren Monaten (vergl. S. 226). Vorgeſehen ſind vier Generatoren mit je 250 cbm ſtündlicher Waſſergaserzeugung, welcher eine Ausbeute von je etwa 1000 cbm Generatorgas entſpricht, und vier Gasmotoren für je 150 Pf. Zunächſt ſollen nur zwei Generatoren und zwei Gasmotore aufgeſtellt werden. — Es giebt nun im praktiſchen Betriebe Perioden, bei denen man das den jeweiligen Anforderungen entſprechende Verhältniß vom Waſſergas zum Generatorgas nicht ohne Weiteres im regelrechten Betriebe erhält, ſondern den letzteren vielmehr dem Bedarf an einem oder dem andereu Gaſe anpaſſen muß. In ſolchen Fällen nun, in denen weniger Generatorgas gebraucht wurde, der Verbrauch an Waſſergas jedoch zunahm, wurde nach Gerdes[1]) das Generatorgas in die freie Luft geblaſen und dabei auf eine möglichſt vollkommene Verbrennung geſehen. Im anderen Falle, wenn mehr Geueratorgas, hingegen wenig Waſſergas erforderlich iſt, wird einfach längere Zeit aufgeblaſen und ſo entſprechend mehr Generatorgas hergeſtellt. Man kann ſich alſo mit einer derartigen Anlage ſtets

[1]) Journ. f. Gasbel. 1899, 129 u. 825. Für Glühſtrümpfe laſſen ſich die gewöhnlichen Auer-Brenner nicht verwenden, weil in Folge der größeren Exploſionsgeſchwindigkeit des Waſſergaſes im Bunſen-Brenner die Flamme zurückſchlägt. Die Firma ſtellt zwei Größen ſolcher Glühlichtbrenner her, von denen der kleinere für 125 bis 135 Liter ſtündlichen Verbrauch eingerichtet iſt und etwa 50 Hefnerkerzen giebt, während der größere bei 230 Liter Verbrauch etwa 90 Hefnerkerzen liefert.

jeder Richtung hin ohne Weiteres helfen, ohne genöthigt zu sein, über- ı große Gasbehälter anzuwenden.

Nach H. Strache[1]) wird der Schacht *a* (Fig. 212) durch die Gicht mit gefüllt, die im Laufe des Betriebes nach unten zu in Koks übergeht. end des Warmblasens durch Rohr *b* in dem ıespeicher *c* erhitzte in die Koks geblasen, ß das sich bildende noxyd durch den Ca-, welchem durch den l *e* aus dem Wärme- :r *c* kommende heiße zuströmt, in den Re- ıtor *f* gelangt, hier :nnt und denselben Die Abgase gehen durch den Wärme- :r *c* und entweichen

Fig. 212.




Ist die nöthige Temperatur im Schachte *a* und im Regenerator *f* er-, so wird das Ventil *h* umgestellt, so daß die heißen Kohlenoxydgase die aufgegebenen Kohlen durchstreichen und durch den Canal *i* in den Regene- *f* entweichen. Beginnt die Verkokung der frischen Kohle, so wird durch ßung der Schieber *k l* die Windzufuhr und der Auslaß der Abgase ossen, während ein Ventil *m* zur Ableitung des Wassergases geöffnet wird. nehr wird durch ein Dampfstrahlgebläse *n* Gas aus dem Schachte *a* an- gt, durch den Regenerator *f* gedrückt und wieder oben in den Schacht *a* ührt. Bei diesem Kreislaufe wird Wassergas bei *n* abgeleitet.

Wassergasanlagen. Jahoda[2]) untersuchte den Absatz von Flugasche :r inneren Seite der Generatorthür einer Wassergasanlage von Strache, ɔst sich eine dicke Anlagerung aus über einander geschichteten dünnen ern vorfand:

| | | | |
|---|---|---|---|
| jäure . . . . . | 51,5 Proc. | Natriumoxyd . . . . . | 9,1 Proc. |
| ›xyd . . . . . | 8,7 „ | Schwefel (als Sulfid) . . | 2,2 „ |
| :rde . . . . . | 8,3 „ | Glühverlust ($CO_2$, $H_2O$) | 10,0 „ |
| ımoxyd . . . . . | 2,8 „ | Phosphorsäure . . . . | geringe Mengen |
| esiumoxyd . . . . . | 3,4 „ | Schwefelsäure . . . . . | Spuren |
| moxyd . . . . . | 2,0 „ | Mangan . . . . . | Spuren |

Wassergasreinigung. Nach Strache (D. R.-P. Nr. 72816) büßen Wassergas gespeiste Glühkörper ihre Leuchtkraft sehr bald ein, indem sich hrer Oberfläche ein brauner Belag von Eisenoxyd bildet, welcher das ıct der Verbrennung einer im Wassergas vorhandenen gasförmigen Ver- ng des Kohlenoxyds mit Eisen ist. Diese Eisenkohlenoxydverbindung ent-

[1]) D. R.-P. Nr. 77350 u. 90744; vergl. H. Strache, Das Wassergas, seine llung und Verwendbarkeit (Leipzig 1896). — [2]) Journ. f. Gasbel. 1899, 377.

fernt man aus dem Wassergase, indem man das Gas durch glühende Röhren leitet, wobei sich die Verbindung zersetzt, so daß das Wassergas innerhalb der Röhren Eisen absetzt, oder indem man das Gas mit Säuren wäscht, wobei die Säure das Eisenkohlenoxyd in eine lösliche Eisenverbindung umwandelt. — Während bei Verwendung des Eisen enthaltenden Gases die Leuchtkraft der Fahnehjelm'schen Magnesia-Glühkämme bei einem Druck von 60 mm und einem Verbrauch von 200 Liter die Stunde innerhalb 20 bis 30 Stunden von 25 auf 10 bis 7 Kerzen fiel, zeigte sich bei Anwendung des gereinigten Gases innerhalb der ersten 50 Stunden eine Vermehrung der Leuchtkraft von 30 auf 50 Kerzen und dann erst im Laufe von 300 Stunden eine Abnahme bis auf 20 Kerzen. Aehnliches zeigte sich bei den Auer'schen Strümpfen. Mit ungereinigtem Gase betrieben, bekamen dieselben innerhalb kurzer Zeit, namentlich am oberen Ende, dunkelbraune Flecken, und nahm dadurch die Leuchtkraft bei 80 mm Druck und 360 Liter Verbrauch von 120 Kerzen innerhalb 200 Stunden auf 40 Kerzen ab. Gereinigtes Gas zeigte schon anfangs unter gleichen Bedingungen einen erhöhten Lichteffect, nämlich 130 bis 160 Kerzen, und blieb dieser innerhalb 437 Stunden vollständig constant. Es ist daher vorauszusetzen, daß die Abnahme auch nach 1000 bis 2000 Stunden noch nicht sehr groß sein wird. Natürlich darf das Gas hinter dem Reiniger nicht wieder mit Eisen in Berührung kommen, sonst ist sofort wieder der alte Uebelstand hergestellt. Die eisernen Rohre müssen daher innen mit einem schützenden Ueberzuge versehen werden, sie müssen entweder verzinkt oder getheert werden. Da das Eisenkohlenoxyd beim Ueberleiten von Kohlenoxyd über Eisen bei gewöhnlicher Temperatur entsteht, so ist vorauszusehen, daß sich auch im gewöhnlichen Steinkohlenleuchtgase diese Verbindung befindet, wahrscheinlich aber nur in sehr geringer Menge, da ja der Kohlenoxydgehalt des Kohlengases sehr klein ist. In der That läßt sich das Eisen darin nachweisen, wenn man 10 bis 50 Liter desselben in langsamem Strome durch ein schwach glühendes, sehr eng-capillares Glasrohr leitet. Es zeigt sich dann ein (je nach dem Eisengehalte) rother, brauner oder schwarzer Fleck, welcher die Reactionen des Eisens zeigt. Es löst sich meistens, jedoch nicht immer, in Salzsäure; letzteres deshalb, weil das Glas mitunter das Eisen aufnimmt — daher die rothe Farbe des Fleckes. Man kann nun wohl annehmen, daß auch im Steinkohlenleuchtgase das gasförmige Eisenkohlenoxyd bezw. dessen festes Verbrennungsproduct (Eisenoxyd) die Schuld an der Abnahme der Leuchtkraft der Auer-Brenner trage und nicht der Staub der Luft, wie man bisher glaubte.

Nach Versuchen von M. van Breukeleven und A. ter Horst[1]) wird das Eisenkohlenoxyd nicht im Gaserzeuger, sondern erst in der eisernen Rohrleitung gebildet. Uncarburirtes Wassergas folgender Zusammensetzung

| | | | |
|---|---|---|---|
| Kohlensäure . . . . . | 4,6 Proc. | Wasserstoff . . . . . | 48,0 Proc. |
| Sauerstoff . . . . . | 0,7 „ | Methan . . . . . | 2,0 „ |
| Kohlenoxyd . . . . . | 37,7 „ | Stickstoff . . . . . | 7,0 „ |

griff sowohl blankes, wie rostiges Eisen an; weniger rasch wirkte das carburirte

[1]) Het Gas 1899, 171.

Wassergas. Steinkohlenleuchtgas nahm kein Eisen auf. Zur Entfernung der flüchtigen Eisenverbindung läßt man Gas über feuchtes Kaliumpermanganat streichen.

C. Dellwik (D. R.-P. Nr. 105511) will beim Aufblasen nur oder doch wesentlich Kohlensäure erzeugen. Die Patentschrift lautet: „Vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein neues Verfahren zur Herstellung von Wassergas nebst geeigneten Einrichtungen zur Ausführung dieses Verfahrens. Unter Wassergas versteht man bekanntlich die Gase, welche durch Zersetzung von Wasserdampf mit weißglühenden Kohlen entstehen und im Wesentlichen als eine Mischung von Wasserstoff und Kohlenoxyd zu betrachten sind. Bei dieser Zersetzung des Wasserdampfes wird viel Wärme gebunden, welche den glühenden Kohlen entzogen wird. Werden daher die Kohlen, wie dies bis jetzt allgemein geschieht, nicht in besonders geheizten Retorten, sondern in Schachtöfen, sogenannten Generatoren, durch Einblasen von Luft erhitzt, so ergiebt sich für die Wiederherstellung der durch die Dampfzersetzung (also während des Gasmachens) gesunkenen Temperatur des Brennmaterials (Koks oder Kohlen) die Nothwendigkeit, den Dampfzutritt zu schließen und statt Dampf Luft einzublasen, um das Feuer wieder anzufachen. Es wechseln somit bei der Wassergaserzeugung mittelst Generatoren die Perioden des Gasmachens (durch Einleiten von Dampf) und des Aufblasens oder Warmblasens mittelst Luft beständig mit einander ab.

Bei den bisher bekannten Wassergasverfahren wurde nun darauf hingearbeitet, während der Aufblaseperiode nur so viel Luft bei hoher Kohlenschichtung einzuleiten, daß dadurch die Kohle nicht vollständig zu Kohlensäure, sondern im Gegentheil möglichst unvollständig zu Kohlenoxyd verbrannt wurde, damit auf diese Weise ein (neben freiem Stickstoff) möglichst viel Kohlenoxyd enthaltendes und daher brennbares und zu Heizzwecken geeignetes Verbrennungsproduct — das sogenannte Generatorgas — während der Aufblaseperioden nutzbringend erzeugt werde. Die bisherigen Wassergasverfahren sind daher sämmtlich durch die Thatsache charakterisirt, daß bei ihnen die Verbrennungsproducte während der Aufblaseperioden (das sogenannte Generatorgas) stets mehr Kohlenoxyd als Kohlensäure enthalten. Diese Thatsache bietet aber ein ganz vortreffliches Unterscheidungsmerkmal zwischen den bisherigen und dem den Gegenstand dieses Patentes bildenden neuen Wassergasverfahren, bei welchem gerade im Gegentheil darauf hingearbeitet wird, daß die Verbrennungsproducte während der Aufblaseperioden stets viel mehr Kohlensäure als Kohlenoxyd enthalten. Das neue Verfahren nimmt daher von der Gewinnung eines brennbaren (also überwiegend kohlenoxydhaltigen) Generatorgases während der Aufblaseperioden völlig Abstand; dagegen sucht es die Ausbeute an Wassergas (dessen Heizwerth ja den des besten Generatorgases um das Vierfache übertrifft) wesentlich zu erhöhen.

Die praktischen Vortheile, welche dieses neue Verfahren bietet, sind geradezu überraschend. Während man bisher, um nur 4, höchstens 6 Minuten lang Wassergas zu erzeugen, für diese kurze Gasperiode eine Aufblasezeit von 15 bis 20 Minuten nöthig hatte, um die Kohlen wieder in die zur Dampfzersetzung erforderliche Glut zu bringen, zeigten Versuche mit dem neuen Verfahren, daß

eine Aufblaſezeit von 3 bis 4 Minuten ſchon ausreicht, um danach 12 bis 17 Minuten lang Waſſergas zu gewinnen, ehe ein neues Aufblaſen erforderlich wird. Es iſt ja allgemein bekannt, daß die Kohle bei ihrer Verbrennung zu Kohlenoxyd nur kaum ein Drittel derjenigen Wärme entwickelt, welche durch Verbrennung derſelben Kohlenmenge zu Kohlenſäure erreicht werden könnte. Der Zweck vorliegender Erfindung beſteht nun gerade darin, den Proceß ſo zu leiten, daß (in directem Gegenſatz zu den bisherigen Methoden) das während der Aufblaſeperiode gebildete Gas möglichſt viel Kohlenſäure und möglichſt wenig Kohlenoxyd enthält. Hierdurch entſteht eine viel höhere Verbrennungswärme, wodurch eine beträchtliche Erſparniß an Brennmaterial eintritt, ſo daß das Volumen des aus einer gegebenen Menge Brennmaterial hergeſtellten Waſſergaſes verdoppelt, die Zeit des Aufblaſens dagegen verkürzt und die der Waſſergasperiode beträchtlich verlängert wird.

Der nach vorliegendem Verfahren angeſtrebte Zweck wird nun dadurch erreicht, daß man das Verhältniß zwiſchen der Höhe der Kohlen- (bezw. Koks-) Schicht und der einzublaſenden Luftmenge ſo regulirt, daß während der ganzen Dauer der Aufblaſeperiode innerhalb der Brennſtoffſchicht eine möglichſt vollkommene Verbrennung der Kohle zu Kohlenſäure ſtattfindet.

Es ſei hier bemerkt, daß mit dem Zuſatz „innerhalb der Brennſtoffſchicht“ das vorliegende Verfahren zum Unterſchiede von denjenigen Verfahren, bei welchen der Kohlenſtoff des Brennmaterials zunächſt vorwiegend zu Kohlenoxyd und letzteres nachträglich oberhalb bezw. außerhalb der Brennſtoffſchicht zu Kohlenſäure verbrannt wird, als ein ſolches charakteriſirt werden ſoll, bei welchem durch Einblaſen einer im Verhältniß zur Schichthöhe des Brennmaterials reichlicheren Menge Luft und durch kürzere Dauer der Aufblaſeperioden (nur etwa 1 bis 4 Minuten), als bei den bisherigen Verfahren üblich iſt, darauf hingearbeitet wird, daß in der Brennſtoffſchicht ſelbſt eine möglichſt vollkommene und directe Verbrennung des Kohlenſtoffs zu Kohlenſäure ſtattfindet und die Reduction der gebildeten Kohlenſäure zu Kohlenoxyd bei dem Durchſtreichen der erhitzten Schichten des Brennmaterials vermieden wird, ſo daß im Gegenſatz zu den bisher üblichen Arbeitsweiſen die aus der Brennſtoffſchicht austretenden Gaſe während der ganzen Dauer der Aufblaſeperiode nur wenig Kohlenoxyd, ſondern außer Stickſtoff vorwiegend Kohlenſäure enthalten.

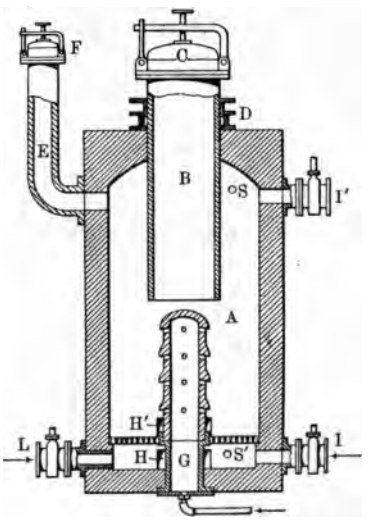
Die einzuhaltenden Bedingungen variiren natürlich mit dem Charakter des Feuerungsmaterials und anderen Umſtänden und müſſen für jeden einzelnen Fall experimentell beſtimmt werden. Für Koks von mittlerer Größe hat ſich z. B. herausgeſtellt, daß bei einem Luftdruck von 210 mm Waſſer unter dem Roſt und 60 mm oberhalb der Koksſchüttung (alſo bei einem abſoluten Druck von 150 mm Waſſer in der Koksſchüttung) die Höhe der letzteren ungefähr 1200 mm betragen muß, damit die Verbrennungsgaſe faſt gar kein Kohlenoxyd dagegen aber bis zu 20 Proc. Kohlenſäure enthalten. Eine derartige Schichthöhe genügt auch, um während der Waſſergasperiode den eingeführten Dampf vollſtändig zu zerſetzen. Je nachdem man nun eine höhere oder niedrigere Schichtung des Brennmaterials anwenden will, wird man die Luftmenge durch erhöhten Druck vergrößern oder verkleinern müſſen, damit eine vollkommene

rennung zu Kohlensäure während der Aufblaseperioden erreicht wird. Man also ebensowohl die Schichthöhe nach einem gegebenen Winddrucke, als umgekehrt den Winddruck nach einer gegebenen Schichthöhe reguliren; in Fällen aber wird man auf Grund des Experimentes zu constanten Verissen gelangen, welche bei dem gegebenen Winddrucke eine bestimmte Schichtbeizubehalten erfordern.

Zur Ausführung des Verfahrens nach vorliegender Erfindung kann daher Wassergasapparat verwendet werden, wenn nur die Höhe der Kohlentung durch häufiges und regelmäßiges Einfüllen von frischem Feuerungsrial so regulirt wird, daß die Schüttung eine annähernd constante Höhe lt, welche nach Maßgabe des Winddruckes eine vollkommene Verbrennung Kohlensäure sichert. Vortheilhaft wird jedoch ein Apparat verwendet, bei hem die Höhe der Schüttung selbstthätig constant gehalten wird. Für die äufige Bestimmung der zweckentsprechenden Höhe, welche im richtigen Verniß zu einem gegebenen Winddrucke steht, empfiehlt es sich, einen Apparat erwenden, welcher einen verstellbaren Kohlenbehälter besitzt.

Ein solcher Apparat ist in Fig. 213 dargestellt. Daselbst ist $A$ der ıtliche Generator, der mit einem Kohlenbehälter $B$ aus Gußeisen ausıttet ist; dieser Kohlenbehälter geht durch eine Stopfbüchse $D$ hindurch, ıuf dem Deckel des Generators vorjen ist. Unterhalb des Rostes beet sich der Hauptlufteinlaß $L$ und Gasauslaß $I$ und Dampfeinlaß $S'$. Generator ist ferner noch mit ıigungsthüren $H$ und $H'$ versehen. dem oberen Theile befindet sich Ableitungsrohr $E$ für die Verıungsproducte, welches Ableitungswährend der Wassergasperiode h das Ventil $F$ geschlossen wird. ist ebenfalls ein Wassergasauslaß $S$ ein zweiter Dampfeinlaß. Der lenbehälter $B$ wird, nachdem er mit len beschickt ist, mittelst der Thür $C$ dicht verschlossen. Der Lufteinlaß außer unter dem Roste auch vortheilhaft durch ein besonderes c $G$, das mit zahlreichen Luftdüsen hen ist, innerhalb der Brennrialschüttung hochgeführt, so daß ein inniger Contact der Luft in der ganzen enschicht erreicht wird. Hat man einmal unter Anwendung des in Fig. 213 estellten Kohlen- oder Koksbehälters die geeignete Höhe der Schüttung in ıg auf den gegebenen Luftdruck für ein bestimmtes Feuerungsmaterial ımt, so wird der gußeiserne Kohlenbehälter vortheilhaft durch einen aus ırmotte bestehenden ersetzt, wie in Fig. 214 der Zeichnung dargestellt ist.

Fig. 213.



Eine andere einfachere Methode zur Ausführung des Verfahrens besteh
darin, daß man den Winddruck nach einer gegebenen und constant zu haltende
Höhe der Brennmaterialschicht regulirt. Um die Schüttung auf constante

Fig. 214.

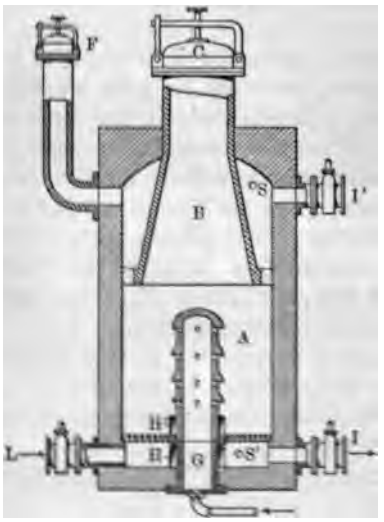



Fig. 215.

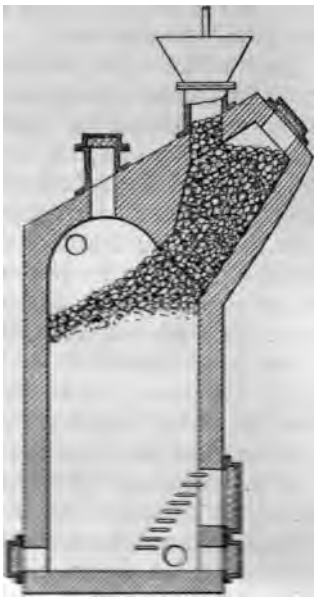
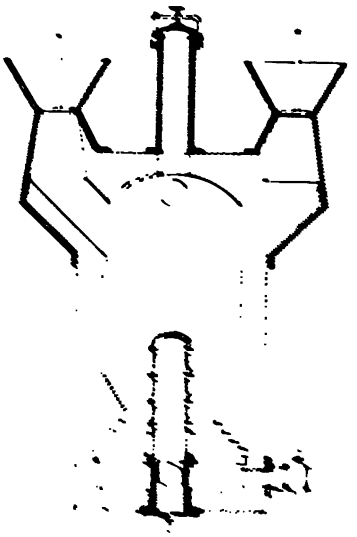


Fig. 216.



Niveau zu erhalten, kann man auch d
in Fig. 215 dargestellten Apparat a
wenden. Der schief liegende Zuführung
behälter wird naturgemäß seinen I
halt in den eigentlichen Generator u
nach Maßgabe der Verbrennung
fördern können. Fig. 216 zeigt eine A
ordnung mit Planrost (analog Fig. 21
bei welcher zwei Füllbehälter für Bre
material vorgesehen sind; dieselben
in seitlicher Anordnung gezeichnet, kön
aber auch analog Fig. 214 inni
des Generators zu stehen kommen.

Es ist noch bemerkt, daß es w
rend der Gasperiode zweckmäßig ist,
Dampf abwechselnd, einmal von o
durch die Leitung S und das andere M
von unten durch die Leitung S einzuhalten, und in Uebereinstimmung hier
das Wassergas einmal aus der Leitung I und das andere Mal aus der L
tung I zu entnehmen. Hierdurch wird bewirkt, daß die Temperatur in al

Punkten der Kohlenschicht eine möglichst gleichmäßige ist und auch das Abschlacken leicht von Statten geht.

Selbstverständlich läßt sich die Abhitze während der Aufblaseperioden zum Ueberhitzen von Dampf oder Luft ꝛc. auch bei diesem Verfahren gerade so wie bei den bisherigen verwerthen. Allein man erreicht dabei immer nur einen theilweisen Ersatz der in der Aufblaseperiode abziehenden Wärme, so daß die vom Brennmaterial aufgenommene, also für die Dampfzersetzung allein nutzbare Wärme, welche beim Aufblasen aus jedem Kilogramm verbrannten Koks wirklich gewonnen wird, bei diesem neuen Verfahren unter allen Umständen viermal, und wenn die Luft nicht vorgewärmt wird, über sechsmal größer ist als bei den bisherigen Methoden, bei denen hauptsächlich Kohlenoxyd statt Kohlensäure während der Aufblaseperiode gebildet wird. Durch diese That-

Fig. 217.

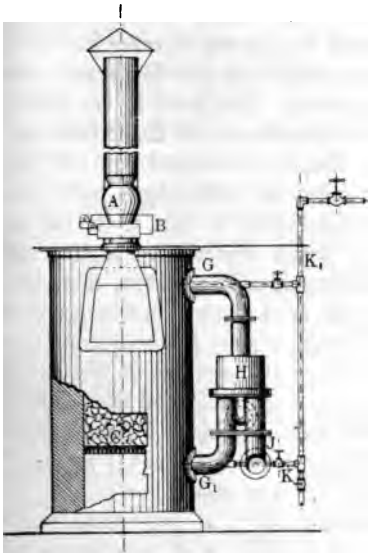
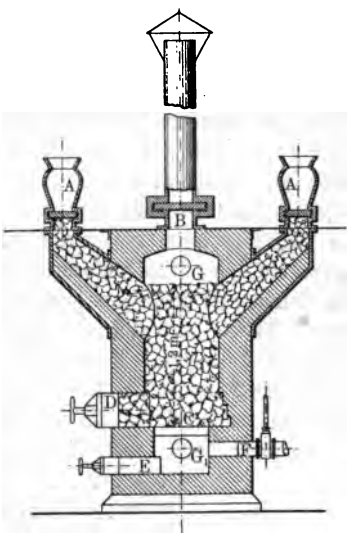



Fig. 218.




sache ist wohl der beträchtliche Fortschritt, welcher durch dieses neue Verfahren für die Erzeugung des Wassergases erreicht wird, am deutlichsten gekennzeichnet“ [1]).

G. Lunge [2]) berichtet über den Besuch der betreffenden Anlage der Warsteiner Hütte. Fig. 217 und 218 zeigen einen solchen Wassergasapparat für

[1]) Patentanspruch: „Verfahren zur Herstellung von Wassergas, dadurch gekennzeichnet, daß in den Aufblaseperioden eine solche Luftmenge eingeblasen bezw. ein solcher Luftdruck verwendet wird, daß während der ganzen Dauer der Aufblaseperiode innerhalb der Brennstoffschicht eine möglichst vollkommene Verbrennung des Kohlenstoffs zu Kohlensäure in dem Grade erreicht wird, daß die Summe der Verbrennungsproducte jeder einzelnen Aufblaseperiode mehr Kohlensäure als Kohlenoxyd enthält.“ Damit ist mindestens die Möglichkeit zugegeben, daß erhebliche Mengen Kohlenoxyd ungenutzt entweichen können. F.

[2]) Journ. f. Gasbel. 1899; Sonderabdruck.

ſtündlich 100 bis 120 cbm Gas. Dadurch, daß die Füllrichter *A* etwa alle halbe Stunde bis an die Schieber nachgefüllt werden, wird es erreicht, daß die Brennſtoffſchicht im Hauptſchachte dieſelbe Höhe beibehält; im vorliegenden Falle beträgt dieſe 1,2 m. *B* iſt der Kaminſchieber, *C* der Roſt, *D* die Schlackenthür, *E* die Aſchenthür, *F* der Windeintritt vom Ventilator, *G* der Waſſerabgang oben, $G_1$ der Waſſerabgang unten, *H* der Drehſchieber, durch den das Waſſergas abwechſelnd oben und unten abgeleitet werden kann, *J* der Abgang für das Waſſergas zum Scrubber, die Dampfzuleitung wird natürlich ebenfalls abwechſelnd unten und oben in Thätigkeit geſetzt. — Am 1. Juni 1899 war der Generator angeheizt worden; die Operationen wurden um 8 Uhr 38 Minuten früh begonnen und wurden bis 2 Uhr 22 Minuten ununterbrochen fortgeſetzt. Man machte im Ganzen 26 Operationen, die ſich jede aus einem $1^3/_4$ Minuten dauernden Aufblaſen (Warmblaſen) und darauf folgendem Gasmachen 8 bis 10 Minuten Dauer zuſammenſetzten. Der Waſſerdampf wurde während des Gasmachens bei den auf einander folgenden Operationen abwechſelnd oben und unten eingeblaſen und das Waſſergas dementſprechend entweder unten oder oben abgenommen. Der Druck in der Windleitung vor dem Eintritt unter den Roſt des Generators (als Waſſerſäule angegeben) ſchwankte von 245 bis 260 mm, über der Koksſchicht von 105 bis 115 mm. Während des Warmblaſens enthielten die Austrittsgaſe meiſt von 17,8 bis 18,2 Proc. Kohlenſäure. Bei vollſtändigerer Analyſe zeigte ſich in der Phosphorpipette ein wenig (z. B. 1,4 Proc.) Sauerſtoff. Kohlenoxyd wurde durch die Kupferchlorürpipette mit Sicherheit nicht gefunden, kann alſo nur ſpurenweiſe vorhanden geweſen ſein. — An Koks wurden im Ganzen verbraucht 245 k; an Waſſergas wurden im Ganzen erzeugt 702 cbm, alſo für 1 k Koks 2,85 cbm. Wenn man das gemeſſene Volumen behufs Reduction auf 0° und 760 mm um 10 Proc. vermindert, ſo ergeben ſich 2,56 cbm. Man kann alſo annehmen, daß auf jedes Kilogramm Koks ungefähr 2,5 cbm Waſſergas erhalten wurde. Eine Analyſe des Waſſergaſes von Hausdorff ergab:

| | | |
|---|---|---|
| $CO_2$ | 4,65 | Proc. |
| $C_nH_{2n}$ | 0,05 | „ |
| O | 0,20 | „ |
| CO | 39,65 | „ |
| $CH_4$ | 0,82 | „ |
| H | 50,80 | „ |
| N | 3,83 | „ |

Beim Gasmachen wurde ſtets das Gas ſo lange in den Gaſometer geleitet, als es aus einem Probehahn ausſtrömend frei brannte. Sobald ein Kleinerwerden der Flamme eintrat, herrührend von zu viel $CO_2$ und Waſſerdampf im Gaſe, und ſtets plötzlich auftretend, wurde der Dampf abgeſtellt und wieder mit dem Aufblaſen durch Wind begonnen. — Der Unterſchied von früheren Verfahren kann nur daran liegen, daß bei dem Dellwik-Verfahren während der Aufblaſeperiode das Luftgebläſe mit viel höherem Druckgefälle als früher betrieben wird. Auf den etwas größeren oder geringeren Anfangsdruck an ſich wird es dabei weniger ankommen, denn Unterſchiede von 100 oder ſelbſt 200 mm Waſſerdruck, d. h. 7 bis 14 mm Queckſilberdruck, liegen ja innerhalb

r Barometerschwankungen an ein und demselben Orte und noch viel mehr nerhalb der Unterschiede zwischen höher und tiefer gelegenen Orten, an denen eichwohl bisher immer nur CO, nicht $CO_2$ beim Betriebe von Gasgeneratoren it Schichthöhen von 1,2 m (oder noch niedrigeren) erhalten worden ist. Der ruck in der Windleitung wird vielmehr immer der Schichthöhe und der son- gen Natur des Brennstoffes in der Art angepaßt sein müssen, daß ein stimmtes Druckgefälle entsteht und dadurch eine bestimmte, der sonst an- wendeten erheblich überlegene Geschwindigkeit des Luftstromes erreicht wird. ine in Warstein vor zwei Jahren gemachte Beobachtung beweist dies. Als an den dortigen Typ eines Generators construirt und aufgestellt hatte, suchte an ihn anfangs mit einem Ventilator zu betreiben, der nur 150 mm Wind- essung gab, und erhielt dabei ungenügende Resultate, d. h. nur etwa 10 bis 2 Proc. $CO_2$ im Aufblasegase und nur etwa 1,5 cbm Wassergas für 1 k oks. Als aber dann auf Anordnung von E. Fleischer ein stärker wirkendes ebläse eingesetzt wurde, vermittelst dessen man bis 300 mm Windpressung m, stiegen sowohl der Kohlensäuregehalt im Aufblasegase wie auch das Aus- ingen an Wassergas auf die heute als normal angesehene Höhe.

Nach Leybold[1]) hatte das in Warstein hergestellte Wassergas folgende usammensetzung:

| | |
|---|---|
| Kohlensäure (und $H_2S$) . . . . . | 5,2 Proc. |
| Kohlenoxyd . . . . . | 40,4 „ |
| Methan . . . . . | 0,5 „ |
| Wasserstoff . . . . . | 48,3 „ |
| Stickstoff (Rest) . . . . . | 5,6 „ |

Eine Dellwik-Fleischer-Anlage auf der Gasanstalt in Königsberg efert für je 1 k Koks folgende Zusammensetzung:

| | |
|---|---|
| Kohlenstoff . . . . . | 82,5 Proc. |
| Wasserstoff . . . . . | 0,4 „ |
| Sauerstoff (+ S + N) . . . . . | 3,4 „ |
| Wasser . . . . . | 1,4 „ |
| Asche . . . . . | 12,3 „ |

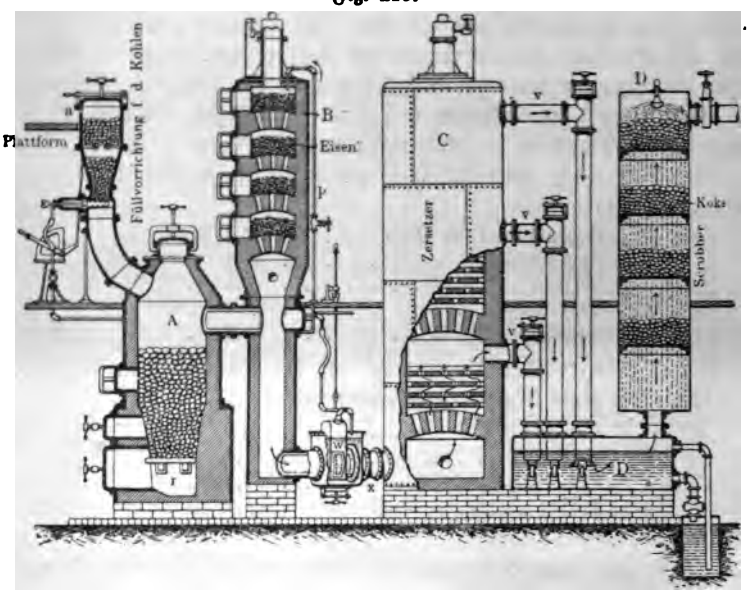
cbm Wassergas, somit 2,49 cbm aus 1 cbm Kohlenstoff. Ein Generator efert stündlich 260 cbm Gas. Die Carburirung erfolgt durch Einführung m Benzoldampf in das fertige Gas. 8 bis 9 g Benzol auf 1 cbm Wasser- s geben je 1 Hefnerkerze Lichtstärke. Je nach dem Gasverbrauch wird das teinkohlenleuchtgas mit benzolcarburirtem Wassergas versetzt. Ein Zusatz bis 20 Proc. hat noch keinerlei Schwierigkeit gezeigt (vergl. Leuchtgas).

Der Apparat von Hanlon bezw. Hanlon und Leadley (D. R.-P. r. 30 507, 31 061 und 35 522) besteht aus den beiden Generatoren $AA'$ ig. 219 a. f. S.), die unten mit einander verbunden sind. Unter den Rosten inden die vom Gebläse kommenden Luftzuführungsrohre mit Ventilen, in r oberen Theil die Rohre zur Einführung des Oeles und die gasdichten Zu- rungsvorrichtungen $a a'$ für die Kohlen. Die Generatoren stehen oben mit r Ueberhitzern und Zersetzern $B$ in Verbindung, welche mit durchbrochenen

[1]) Journ. f. Gasbel. 1898, 1528.

Gewölben versehen sind, zwischen denen sich Eisenabfälle befinden. Dieselben haben Dampfzuführungsrohre *p*. Diese Zersetzer *B B'* stehen durch die Rohre *s* mit den mit Wasser gekühlten Ventilen *W* in Verbindung mit dem Ueberhitzer *C*. Dieser Ueberhitzer ist mit einem Gitterwerk von feuerfesten Ziegeln ausgesetzt und steht durch drei Rohre *v*, welche in verschiedenen Höhen abgeleitet sind, mit dem Wasserkasten *D* in Verbindung, dieselben können durch Ventile beliebig geöffnet und geschlossen werden. An den Waschkasten schließen sich Scrubber *D*. Beim Gebrauch wird zunächst der Apparat stark angeheizt, wobei die aus den Generatoren entweichenden Gase in dem Zersetzer und Regenerator durch Zuführung von Luft durch die Rohre *s* und *t* verbrannt werden; die Zersetzer werden auf volle Weißglut gebracht. Die Verbrennungs-

Fig. 219.




producte entweichen dabei durch die Ventile *r*. Wenn der Apparat die richtige Temperatur angenommen hat, wird der Wind abgestellt und alle Ventile geschlossen. Hierauf wird Gaskohle durch die Füllvorrichtung *a'* nach *A'* zugegeben; Ventil *w'* geöffnet. Die Kohlen fangen sofort an zu destilliren, die entweichenden Gase gehen dabei nach dem Zersetzer *C*. Hierauf wird ein schwacher Dampfstrom von oben in *B* eingeführt; derselbe wird durch die Ziegel überhitzt und durch das Eisen zerlegt in Wasserstoff, unter Bildung von Eisenoxyd. Der Wasserstoff und etwa noch unzersetzter Wasserdampf treten in *A* ein, gehen im Generator nach unten und von da nach *A'*, dabei wird der letzte Rest Wasser zerlegt in Kohlenoxyd und Wasserstoff, die in weißglühendem Zustande mit den frischen Kohlen zusammen kommen und diese abdestilliren. Nach einiger Zeit läßt man noch Oel oben in *A'* ein, was in dem Zersetzer *C* in Gas umgewandelt wird. Im Zersetzer schaltet man je nach Bedarf mittelst

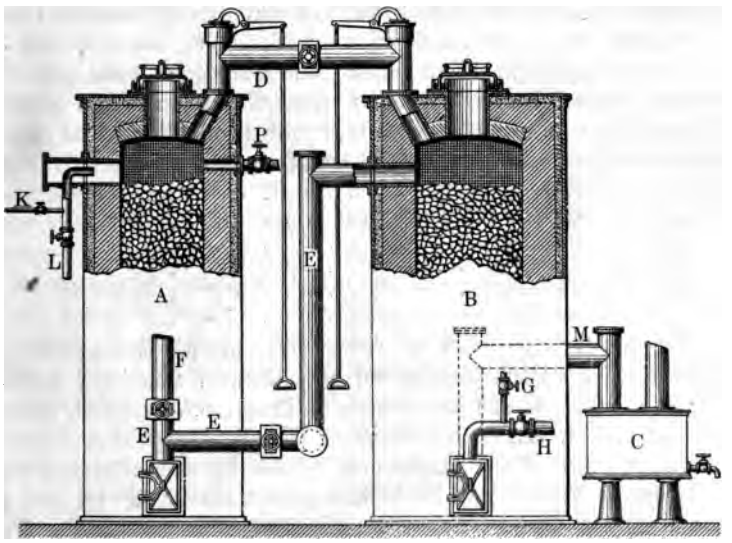
der Ventile *v* mehr oder weniger große erhitzte Ziegelmassen zur Zerlegung der Kohlenwasserstoffe ein. Ist die Temperatur so vermindert, daß die Kohlenwasserstoffe nicht mehr zersetzt werden, so wird der Proceß unterbrochen und der Apparat neu angeblasen. Beim Anheizen reducirt sich das gebildete Eisenoxyd durch das heiße Kohlenoxydgas wieder zu metallischem Eisen. Bei der zweiten Post giebt man die frische Kohle in *A* auf, und es vollzieht sich alsdann der Proceß in umgekehrter Richtung.

In Passaic untersuchte Hempel das Gas eines solchen Apparates:

| | | |
|---|---|---|
| Kohlensäure | 2,6 | Proc. |
| Schwere Kohlenwasserstoffe | 6,3 | „ |
| Kohlenoxyd | 31,3 | „ |
| Methan | 11,6 | „ |
| Wasserstoff | 42,8 | „ |
| Stickstoff | 5,0 | „ |

Jerzmanowski (D. R.-P. Nr. 27 145 und 29 220) verwendet einen mit Kalk gefüllten Cylinder *A* (Fig. 220) und einen mit Anthracit gefüllten *B*. Er läßt Luft und Naphta durch die Röhren *GH* am Boden der Kammer *B* eintreten, dazu man noch, wenn gewünscht, eine kleine Menge Dampf eintreten lassen kann. Nachdem die Naphta in der Kammer *B* entzündet wurde und das Ventil des Rohres *E* verschlossen, dagegen jenes des Rohres *D* geöffnet, erhitzt die brennende Naphta den Anthracit in der Kammer *B* und die Verbrennungsproducte gehen durch die Kammer *A* nach abwärts und von da aus durch das Rohr *E* in das Ausflußrohr *F*, dessen Ventil dann geöffnet wird. Nachdem die Kohle und der Kalk tüchtig erhitzt worden sind, werden die Ventile in den Röhren *G* und *H* geschlossen, ebenso die Ven-

Fig. 220.



tile in den Röhren *D* und *F*. Nachdem das Ventil im Rohre *E* geöffnet worden ist, werden Dampf und Naphta durch die Röhren *L* und *K* eingespritzt und bei Berührung mit dem Kalk der Kammer *A* in Wasserstoff und Kohlensäure verwandelt. Von da aus, durch das Rohr *E* hindurchgehend, gehen sie nach abwärts durch den heißen Anthracit in die Kammer *B*, die Kohlensäure wird dort in Kohlenoxyd verwandelt und das Gemenge entweicht durch das Rohr *M* und die Vorlage *C* in den Behälter oder einen anderen angemessenen Apparat. Durch das Rohr *P* kann eine weitere Menge Luft in die Kammer *A* eingetrieben werden, um die vollständige Verbrennung der durch das Rohr *E* beim Erhitzen des Apparates streichenden Producte zu erzielen.

Zur Ausführung des sogenannten Kalkverfahrens bringt die Equitable Gas Company zunächst mittelst eines Gebläses Anthracit in einem Generator in heftigste Weißglut; die entweichenden Schwelgase werden in einen unmittelbar daneben gemauerten Schacht, welcher mit Kalksteinen ausgefüllt ist, durch Einblasen von Luft verbrannt. Ist der Kalk ebenfalls zum Weißglühen gebracht, so wird in den Generator unten Wasserdampf, oben Wasserdampf und Oel eingelassen. Es trifft so das in dem Generator gebildete Wassergas mit Oel, Wasserdampf und Kalkstein zusammen, wodurch die Bildung von Kohlenoxyd vermieden werden soll, und sich durch Berührung mit dem Kalk synthetisch Kohlenwasserstoffe bilden sollen. Die Gase gehen dann noch durch wagerechte, liegende, zum starken Glühen erhitzte Retorten, um etwa ungespaltene Kohlenwasserstoffe zu zerlegen. Das Gas wird schließlich mit Kalk von der Kohlensäure befreit. Das Gas enthielt nach Hempel:

| | | |
|---|---|---|
| Kohlensäure | — | Proc. |
| Schwere Kohlenwasserstoffe | 17,7 | „ |
| Kohlenoxyd | 18,2 | „ |
| Sumpfgas | 30,7 | „ |
| Wasserstoff | 28,1 | „ |
| Stickstoff | 5,3 | „ |

Nach Fr. Krupp (D. R.-P. Nr. 67827) hat sich herausgestellt, daß die Einwirkung des Wasserdampfes auf den glühenden Kohlenstoff bedeutend energischer vor sich geht und sich bei niederen Temperaturen vollzieht, wenn die Kohle oder das zur Anwendung kommende kohlenstoffhaltige Material vorher mit löslichen Hydraten oder Carbonaten der Alkalien oder alkalischen Erden oder mit solchen Verbindungen der letzteren getränkt wird, welche bei ihrer Zersetzung Carbonate liefern. Unterwirft man eine derartig behandelte Kohle, Koks oder ähnliche kohlenstoffhaltige Substanz im glühenden Zustande der Einwirkung von gewöhnlichem oder überhitztem Wasserdampf, so tritt schon bei verhältnißmäßig sehr niedrigen Temperaturen eine reichliche Gasentwickelung ein, und das Gas besteht fast nur aus Kohlensäure und Wasserstoff. Kohlenoxyd ist, wenn die richtige Zersetzungstemperatur innegehalten wird, nur in äußerst geringer Menge darin enthalten und kann bei Anwendung von Retorten aus feuerfestem Material ganz ausgeschlossen werden [1]).

Auf die Wassergasapparate von Bull (D. R.-P. Nr. 10205 und

[1]) Fischer's Jahresber. 1883. 125.

12756), Dwight (D. R.-P. Nr. 19987), Haug (D. R.-P. Nr. 13733, 18891 und 21891), Sutherland (D. R.-P. Nr. 24137), Weſtphal (D. R.-P. Nr. 22880), W. Arthur (D. R.-P. Nr. 25661 und 32072), Temme (D. R.-P. Nr. 33322), Andreä (D. R.-P. Nr. 26985 und 37887 [1]), Holtzer u. Rateau (D. R.-P. Nr. 40684), Morſe [2]) (D. R.-P. Nr. 51105 und 51500), J. v. Langer (D. R.-P. Nr. 57412), Harris (D. R.-P. Nr. 69755 [3]), Mannesmann (D. R.-P. Nr. 66326), Fourneß (D. R.-P. Nr. 71622 und 72172), Dvorkowitz (D. R.-P. Nr. 73291), Glasgow (D. R.-P. Nr. 85120 und 86315), Haſtings (D. R.-P. Nr. 86463), Claus (D. R.-P. Nr. 103454 und 103772), Lilienberg [4]), Farbaky und Solcz [5]) ſei verwieſen.

In Nordamerika wurden 1858 die erſten (zwei oder drei) Waſſergasanlagen von Sanders gebaut. Erſt 1863 kommen einige weitere Anlagen (von Newark) dazu. Einen bedeutenden Aufſchwung nahm die Waſſergasinduſtrie ſeit 1873 durch den Apparat von Lowe. Nach Shelton [6]) beſtanden in Nordamerika im Jahre 1890 1100 Städte mit Gasbeleuchtung; davon hatten Waſſergas 305, mit 367 Anlagen. Von den 367 Waſſergasanlagen im Jahre 1890 fielen auf die Proceſſe von Lowe 120, Granger 49, Springer 45, Mac Kay-Critſchlow 39, Flannery 12, Hanlon-Leadly 13, Hanlon-Johnſon 9, Martin 4, Pratt und Ryan 5, Evans 2, Van Steenbergh 8, Loomis 8, Allen-Harris 3, Edgerton 5, Egner 2, Jerzmanowski 10, Strong 1, Salisbury 1, Meeze 2, Wilkinſon 6, Teſſie du Motay 5, Mackenzie 4, Harkneß 1, Roſe 1, Rew 1, ſonſtige Conſtructionen 3, Syſtem unbekannt 8. In den Vereinigten Staaten waren im Jahre 1896 ungefähr 70 Proc. des geſammten producirten Leuchtgaſes carburirtes Waſſergas, und iſt die Erzeugung deſſelben in raſcher Zunahme begriffen. In Großbritannien ſind jetzt (1899) Anlagen vorhanden, die täglich 2500000 bis 3500000 cbm carburirtes Waſſergas liefern. Wenn dieſe Anlagen mit ihrer ganzen Leiſtungsfähigkeit Tag für Tag in Betrieb wären, ſo würden ſie am Ende eines Jahres 24 Proc. der geſammten Leuchtgasproduction Großbritanniens für das Jahr 1897/98 geliefert haben. Sie ſind jedoch nicht immer in vollem Betriebe.

In Deutſchland ſind etwa 40 Waſſergasapparate der S. 124 beſchriebenen Form im Betriebe, neuerdings auch einige nach Dellwik-Fleiſcher. Apparate, welche mit Erdöl carburirtes Gas liefern (S. 220) oder mit Oelgas oder mit Benzol (S. 239), ſind erſt wenige vorhanden, weil das erforderliche Oel verhältnißmäßig hoch im Preiſe ſteht. (Carburirtes Waſſergas vergl. noch ſpäter bei Leuchtgas.)

Der weſentlich höhere Kohlenoxydgehalt des Waſſergaſes im Vergleich zum Leuchtgaſe hat vielfach, wegen der Giftigkeit des Kohlenoxyds, Bedenken

[1]) Fiſcher's Jahresber. 1887, 148. — [2]) Daſ. 1886, 1155; 1890, 1177. — [3]) Daſ. 1893, 127. — [4]) Daſ. 1885, 1311. — [5]) Berg- u. hüttenm. Ztg. 1886, 170; Fiſcher's Jahresber. 1886, 1155. — [6]) Journ. f. Gasbel. 33, 461.

gegen die Verwendung von Wassergas besonders zur Beleuchtung erregt[1]). O. Wyß[2]) fand, daß Wassergas der Athmungsluft in einer Menge von:

1 pro Mille zugemischt krankmachend wirkt,
10 „ zugemischt tödtlich wirkt;

Mischgas dagegen wirkt bei:

3 pro Mille giftig, krankmachend,
15 „ regelmäßig tödtlich.

Eine Züricher Commission[3]) empfiehlt, folgende Bestimmungen für die dem Fabrikgesetz unterstellten Etablissements zu erlassen:

1. Die Anbringung von „Gascontroleuren" oder ähnlichen Apparaten zur Controle des Entweichens von Gas aus undichten Stellen der Leitung oder offen gelassenen Hähnen wird allgemein verbindlich gemacht, wo Wassergas, Dowson-Gas oder ähnliche kohlenoxydreiche Gase in Leitungen verwendet werden. Die Controlapparate sind so anzubringen, daß sie schon Undichtheiten der Hauptleitung, namentlich auch deren unterirdischer Theile anzeigen.

2. Es muß allgemein dafür gesorgt werden, daß die Verbrennungsproducte jener Gase, welche sehr leicht aus Zufall noch unverbranntes Kohlenoxyd enthalten können, sich der zum Athmen bestimmten Luft der Fabriklocale nicht beimengen können. In welcher Weise dies geschehen soll, ist nicht allgemein, sondern nur nach den speciellen Umständen jedes Einzelfalles zu bestimmen.

3. Es wird den Fabrikanten empfohlen, obige Gase durch Imprägnirung mit einem Riechstoffe weniger gefährlich zu machen. Von obligatorischer Einführung dieser Maßregel wird zur Zeit noch abgesehen, bis längere Erfahrungen, namentlich von Seiten der Herren Gebrüder Sulzer, vorliegen.

Sedgwick und Nichols[4]) kamen zu folgenden Ergebnissen:

I. Mit den gewöhnlichen Gaseinrichtungen kann man gewöhnlich kaum über 3 Proc. eines Leuchtgases in ein gewöhnliches Zimmer hineinbringen. Wenn nur ein Brenner offen ist, kommt man kaum über 1 Proc. Der Grund hiervon ist die „natürliche Ventilation" der Zimmer durch Wände, Decken, Böden, Fenster- und Thürritzen.

II. Bei Kohlengas ist es einigermaßen schwierig, durch gewöhnliche Gasbrenner in ein Zimmer gewöhnlicher Größe so viel Gas hineinzubringen, daß entschieden vergiftende Wirkungen hervorgebracht werden. Bei Wassergas ist es dagegen unter denselben Umständen leicht, vergiftende und selbst tödtliche Wirkungen hervorzubringen. Dies liegt nicht an größerer Ausströmungsgeschwindigkeit des Wassergases, denn der Procentgehalt an Gas ist in beiden Fällen fast genau der gleiche, sondern an dem hohen Kohlenoxydgehalte des Wassergases. Unter den gewöhnlichen Verhältnissen zur Zimmergröße und Gaseinrichtungen besteht also bei Kohlengas verhältnißmäßige Sicherheit, bei Wassergas erhebliche Gefahr.

Nach anderer Angabe[5]) ist es in Nordamerika Thatsache, daß Unglücksfälle durch das Einathmen von Gas seit der Einführung des Wassergases viel

[1]) Fischer's Jahresber. 1888, 120. — [2]) Zeitschr. f. angew. Chem. 1888, 466. — [3]) Das. 1888, 462. — [4]) Das. 1888, 664 u. 720. — [5]) Fischer's Jahresber. 1890, 182.

häufiger geworden sind. Heutzutage, wo drei Fünftel des in New York verkauften Gases Wassergas ist, sind Unglücksfälle so häufig, daß z. B. in der Ausgabe vom 13. Februar 1890 von „Progressive Age“ nicht weniger als drei Fälle mit tödtlichem Ausgange erwähnt sind, welche in der Stadt in der ersten Hälfte Februar vorkamen. Viele dieser Fälle sind wohl auf Selbstmord zurückzuführen. Seitdem es allgemein bekannt geworden, daß das neue Gas sicher und so zu sagen schmerzlos tödtet, machen Leute, welche den Sprung ins Jenseits beabsichtigen, von dieser seiner Eigenschaft gern Gebrauch. Viele andere Fälle beruhen auf Fahrlässigkeit oder Dummheit oder werden durch schlechte Beschaffenheit der Gasarme oder dergleichen verursacht. In den Staaten New Jersey und Massachussets wurden vor einigen Jahren Gesetze angenommen, welche den Verkauf eines Gases verboten, dessen Kohlenoxydgehalt 10 Proc. übersteigt. In dem ersteren Staate wurde das Gesetz nie durchgeführt und in Massachussets bald wieder aufgegeben. Die Behörden nehmen an, daß das Gas nicht zum Einathmen gemacht wird.

Eine zuverlässige Statistik über Unglücksfälle durch Wassergas liefert die Stadt Boston:

| Jahr | Einwohnerzahl | Gasconsumenten | Gasverbrauch in engl. Cubikfuß | Hiervon war Wassergas in Proc. | Vergiftungsfälle mit tödtl. Ausgange | Hiervon Selbstmorde |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1886 | 390 393 | 29 554 | 1 362 711 000 | — | — | — |
| 1890 | 448 778 | 46 848 | 1 761 199 500 | 8 | 6 | 2 |
| 1895 | 496 920 | 68 214 | 1 875 952 800 | 90 | 24 | 8 |
| 1897 | ? | 79 893 | 2 354 291 900 | 93 | 31 | 14 |

Die Wassergasgefahren bespricht auch Kreisarzt Racine in Essen, auf Grund seiner Erfahrung auf den dortigen Anlagen (vergl. S. 224) in einer Festschrift (1895). In zehn Jahren sind vier Kohlenoxydvergiftungen vorgekommen. Zwei davon sind durch unvorsichtiges Offenlassen von Beleuchtungshähnen verursacht, würden also bei gewöhnlicher Gasbeleuchtung unter denselben Umständen wahrscheinlich auch eingetreten sein. Die beiden anderen Fälle führt Verf. auf folgende, allerdings sehr ungewöhnliche Ursache zurück. Zwei Arbeiter wurden in ihrer Schlafstube bewußtlos aufgefunden. Das Haus, in welchem die Wohnung gelegen war, hatte keine Beleuchtung durch Wassergas oder dergleichen. Das Wassergas soll vielmehr aus dem dicht neben dem Hause stehenden, zu voll getriebenen Gasbehälter ausgeströmt und durch den Wind in das offen stehende Schlafstubenfenster getrieben worden sein. Diese beiden Fälle endeten nicht tödtlich. Racine kommt zu dem Schluß, daß sich in der Praxis die Gefahren des Wassergases nicht so groß erwiesen haben, wie man bei dem hohen Gehalte desselben an Kohlenoxyd theoretisch hätte vermuthen sollen.

G. Lunge [1]) meint, man müsse darauf bestehen, daß, ehe an eine Zuführung von Wassergas in städtischen Röhrennetzen an Privatabnehmer gedacht werden kann, der Beweis geleistet werden sollte, daß diesem Gase mindestens ein fünfmal so starker (und zwar bleibender) Geruch, als dem gewöhnlichen Leuchtgase (Kohlengas) ertheilt worden ist. Zu diesem Zweck wurden Thioaceton und Acrolein vorgeschlagen. Nach Geitel [2]) genügt 1 g Mercaptan, um 2000 cbm Wassergas stark riechend zu machen. Nach Dicke [3]) wird eine 10 procentige Mercaptanlösung angewendet; 1 Liter dieser Lösung genügt für 70000 cbm Gas. Mit Erdöldämpfen carburirtes Wassergas bedarf wohl kaum eines besonderen Zusatzes. Ebenso wird das zum Schweißen, Schmelzen von Metallen, für Kraftmaschinen u. dergl. verwendete Wassergas nicht parfümirt.

**Gesichtspunkte, die zur Abwendung gesundheitsschädlicher Wirkungen des Wassergases zu beobachten sind.** (Erlaß der königl. preußischen Ministerien für Handel und Gewerbe und der geistlichen, Unterrichts- und Medicinal-Angelegenheiten 1893.)

Wassergas und Halbwassergas (Misch-, Dowson-, Wilson-, Motor-, Generator-Wassergas) wirken bei Geruchlosigkeit wegen ihres hohen Kohlenoxydgehaltes (35 bis 42 und bezw. 21 bis 27 Vol.-Proc. gesundheitsschädlich. Die Schädlichkeitsgrenze wird auf etwa 0,3 Thle. Kohlenoxydgas in 1000 Thln. Luft angegeben. Im Gemisch mit gewissen Mengen Luft sind die Gase auch explosiv.

Als Sicherheitsmaßregeln zur thunlichen Verhütung von Gefahren sind nachstehende zu empfehlen:

1. Die Vorrichtungen zur Darstellung und Reinigung der Gase sind in reichlich gelüfteten Räumen, am sichersten in seitlich offenen Schuppen aufzustellen, in denen sich die Arbeiter nicht länger, als zur Bedienung der Vorrichtungen erforderlich ist, aufhalten dürfen. Keinesfalls dürfen darin die Arbeiter ihre Mahlzeiten einnehmen. Ein Zusammenhang jener Räume mit Wohnräumen ist nicht zulässig.

2. Die Füllöffnungen der Gasgeneratoren sind mit doppeltem Verschluß zu versehen.

3. Auf die Herstellung gasdichter Leitungsröhren und auf deren Erhaltung in diesem Zustande ist die größte Sorgfalt zu verwenden. Dieselben sind auf 1 bis $1^1/_2$ Atm. Ueberdruck zu prüfen. Soweit möglich, ist zu verhüten,

daß die Hauptleitungen innerhalb, unter oder nahe bei geschlossenen, zum Aufenthalt von Menschen dienenden Räumen zu liegen kommen.

4. Unterirdische Röhren sind so tief zu legen, daß der Frost eine Einwirkung darauf nicht ausüben kann.

5. Zur zeitweiligen Prüfung der Röhrenleitung auf ihre Dichtigkeit können dienen:

a) für Hausleitungen der neben dem Gasmesser anzubringende Muchall'sche Gascontroleur;

b) für andere zugängige Leitungen das Bestreichen derselben mit Seifenlösung und die Beobachtung, ob sich in dieser Lösung Gasblasen bilden;

c) für nicht zugängige, unterirdische längere Leitungen:

α) die Controle mittelst des Manometers bei den am Anfange und am Ende geschlossenen Leitungen, und zwar nach der Richtung, ob der Gasdruck längere Zeit sich gleich bleibt;

---

[1]) Zeitschr. f. angew. Chem. 1888, 667. — [2]) Glaser's Ann. 25, 109. — [3]) Fischer's Jahresber. 1893, 121.

β) die Anbringung von senkrechten Röhrchen in gewissen Entfernungen im Erdboden. Diese Röhren müssen bis auf die Verbindungsstellen der Hauptröhren hinabreichen, mit ihrem oberen Ende in einem ausgehöhlten Holzklotze befestigt und mit einem Stöpsel verschlossen sein. Die im Niveau des Straßenpflasters, der Fabriksohle und dergleichen liegende obere Kante des Holzklotzes ist mit einem eisernen Deckel zu versehen, nach dessen und des Stöpsels Entfernung beobachtet werden kann, ob Gas austritt, welches durch Schwärzung von Palladiumpapier oder, wenn dem Gase Riechstoffe zugesetzt waren, durch den Geruch sich zu erkennen giebt.

6. Es ist zu verhüten, daß die Verbrennungsproducte der Gase, die noch hlenoxyd enthalten können, sich der zum Athmen bestimmten Luft in Wohn- und brikräumen beimischen. Darum sind letztere stets ausgiebig zu lüften.

7. Mit den Gasen gespeiste Kraftmaschinen dürfen nur in gut gelüfteten umen, die zum dauernden Aufenthalte von Menschen nicht bestimmt sind, aufstellt werden.

8. Kleinere Gasbehälter für Einzelbetrieb sind außerhalb des Gaserzeugungsumes an einem reichlich gelüfteten Orte, am besten im Freien, aufzustellen. ößere Gasbehälter können im Freien oder in besonderen Gebäuden, die nicht gleich anderen Zwecken dienen, untergebracht werden. Stehen sie im Freien, so ihre Entfernung von benachbarten Gebäuden derartig zu bemessen, daß sie glichst geschützt sind, und daß sie von herabstürzenden brennenden Stoffen nicht roffen werden können. Auch muß rings um den Behälter noch ein zur Auflung und Handhabung von fahrbaren Löschgeräthschaften genügender Raum iben; Gasbehältergebäude sind in ihrem oberen Theile mit Lüftungsvorrichtungen, von außen gehandhabt werden können, zu versehen und dürfen nur mit zuverssigen Sicherheitslampen betreten werden.

## Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaft der as- und Wasserwerke (Journ. f. Gasbel. 1900).

### rschriften für Wassergasfabriken sowie für Generatorgas-Anlagen (Kraftgas-, Halbwassergas-, Dowsongas-Anlagen).

#### I. Vorschriften für Betriebsunternehmer.

1. Die Unfallverhütungsvorschriften für Gaswerksbetriebe unter I — Vorschriften Betriebsunternehmer — finden auch auf die Wassergasfabriken sowie für Generatorgas-Anlagen (Kraftgas-, Halbwassergas-, Dowsongas-Anlagen) Anwendung.

2. Die zum Leuchtendmachen des Wassergases oder des Generatorgases zur rwendung kommenden flüssigen Kohlenwasserstoffe (Rohpetroleum, Benzol, Braunlenschwelöle u. a. m.) müssen in dichten Gefäßen in einem von den Betriebsumen gesonderten selbständigen Bauwerke feuersicher und derartig gelagert werden, ß bei einem Undichtwerden der Gefäße ein Auslaufen der Flüssigkeit auf die doberfläche ausgeschlossen ist.

Dieser Raum muß genügend gelüftet und hell sein. — Als genügend gelüftet t ein Raum, wenn er dicht über dem Fußboden und möglichst gegenüber in der cke oder unmittelbar darunter Luftöffnungen von je 0,5 qm Querschnitt für jede 0 cbm Raum besitzt. Die über dem Fußboden angebrachte Oeffnung bezw. ffnungen können mit Jalousieklappen versehen werden, die indeß nur während Betriebspausen vollkommen geschlossen werden dürfen. Die Thüren des Raumes ssen nach außen aufschlagen und unmittelbar ins Freie führen.

3. Die zur Erzeugung von Wassergas dienenden Apparate, welche mit uerungen versehen sind, dürfen nur in besonderen, von den übrigen Betriebsumen durch massive, bis über Dach geführte Scheidewände, abgetrennten Räumen gestellt werden. Ausnahme siehe Ziffer 9.

Sämmtliche Betriebsräume für Wassergasfabriken und Generatorgas-Anlagen dürfen nur aus einem Geschoß — Beschickungsfußböden gelten nicht als Geschoßtheilung — bestehen. Sie müssen mit einer wenig Widerstand bietenden Bedachung versehen sein und dürfen mit bewohnten Räumen nicht in unmittelbarer Verbindung stehen. Als bewohnte Räume gelten solche, in welchen Menschen wohnen, öfter sich aufhalten oder verkehren, sofern sie nicht im Betriebe beschäftigt sind.

Die Thüren müssen nach außen aufschlagen und aus jedem Raume muß mindestens eine Thür unmittelbar ins Freie führen.

4. Sämmtliche Betriebsräume, auch Keller, müssen genügend gelüftet (siehe Ziffer 2) und hell sein. Mit Ausnahme derjenigen, in welchen Feuerungsanlagen sich befinden, dürfen sie nur mittelst Dampf- oder Warmwasserheizung erwärmt und durch zuverlässig gegen das Gebäude abgeschlossene Außenbeleuchtung erhellt werden. In diesen Räumen dürfen auch keine elektrische Contactverbindungen oder Leitungen angebracht sein.

Müssen in dringenden Fällen die Räume mit Licht betreten werden, so darf dies nur mit Accumulatorenlampen geschehen, die vor ihrer Benutzung auf ihren ordnungsmäßigen Zustand zu prüfen sind.

5. Die Apparate zur Erzeugung von Wassergas oder Generatorgas sind mit Sicherheitsvorrichtungen zu versehen, die in Wirksamkeit treten, ehe der Druck der Wasserverschlüsse erreicht ist. Das aus diesen Sicherheitsvorrichtungen entweichende Gas muß durch Entlüftungsrohre unmittelbar ins Freie geführt werden.

6. Die Entlüftungsrohre dieser Sicherheitsvorrichtungen und der Räume sind bis über das Dach des Apparatraumes und, sofern Zugbehinderungen oder Gefährdungen der Nachbarschaft in Frage kommen können, bis über die Dächer etwaiger Nachbargebäude empor zu führen. In allen Räumen, in denen die selbstthätige Lüftung nicht ausreicht, um vollkommen reine Luft zu erhalten, muß die Lüftung durch mechanische Vorrichtungen bewirkt werden. Diese sind so einzurichten, daß sie von außen gehandhabt werden können.

Zur Verhütung von Explosionsgefahr während des Wechsels oder Stillstehens der Apparate sind Vorkehrungen oder Anordnungen zu treffen, welche die Bildung von Explosionsgemischen in den Apparaten oder abgesperrten Rohrleitungen verhindern.

7. Die Beschickung des zur Anreicherung des Gases mit schweren Kohlenwasserstoffen bestimmten Apparates darf nur von außen, aus im Freien oder an geschützter Stelle liegenden Gefäßen, mittelst geschlossener Rohrleitungen erfolgen.

8. Der zur Aufbewahrung von Wassergas dienende Behälter ist im Freien oder in einem besonderen genügend gelüfteten Gebäude in mindestens 4 m Entfernung von den nächsten Gebäuden aufzustellen. Behälter zur Aufbewahrung von Generatorgas (Kraftgas, Halbwassergas, Dowsongas) sind im Freien oder einem genügend gelüfteten Raume aufzustellen Siehe Ziffer 2.

Können Gefährdungen der Nachbarschaft durch Austreten von Gas in Frage kommen, so sind geeignete Sicherheitsvorrichtungen an den Behältern anzubringen. Siehe Ziffer 6.

9. Beim Einbau von Wassergas- oder Generatorgas-Anlagen in bestehende Kohlengasanstalten finden die vorstehenden Vorschriften sinngemäße Anwendung. In solchen Fällen kann der Erzeuger mit Vorlage und Condensatoren in dem Retortenhause aufgestellt werden.

10. Der Betriebsunternehmer ist verpflichtet, diese Unfallverhütungsvorschriften durch Anschlag an geeigneter Stelle in den Betriebsräumen bekannt zu machen.

## II. Vorschriften für versicherte Personen (Arbeitnehmer).

1. Die Unfallverhütungsvorschriften für Gaswerksbetriebe unter II — Vorschriften für versicherte Personen (Arbeitnehmer) — finden auch auf die Wassergasfabriken und Generatorgas-Anlagen Anwendung.

2. Die zur Lagerung der flüssigen Kohlenwasserstoffe (Rohpetroleum, Benzol, Braunkohlenschwelöle u. a. m.) dienenden Räume dürfen nicht mit Licht, brennenden oder glimmenden Körpern betreten werden; Rauchen, sowie der Gebrauch von Zündmitteln irgend welcher Art in denselben, ist verboten. Die Betriebsräume können, jedoch nur in dringenden Fällen, mit Sicherheitslampen betreten werden. Als Sicherheitslampen sind nur Accumulatorenlampen gestattet, die vor dem Gebrauch auf ihren ordnungsmäßigen Zustand zu prüfen sind.

3. In Anbetracht der Geruchlosigkeit und großen Giftigkeit des Wassergases und des Generatorgases ist es dringend erforderlich, daß die in dem Betriebe beschäftigten Arbeiter für eine kräftige und dauernde Lüftung der Räume besorgt sind.

Streng verboten ist der Aufenthalt in Räumen, in denen eine Entweichung von Gas aus den Apparaten oder Leitungen vermuthet wird. Findet eine Ausströmung von Gas statt oder wird eine solche auch nur vermuthet, so ist dem Betriebsleiter oder dessen Stellvertreter sofort Anzeige zu erstatten.

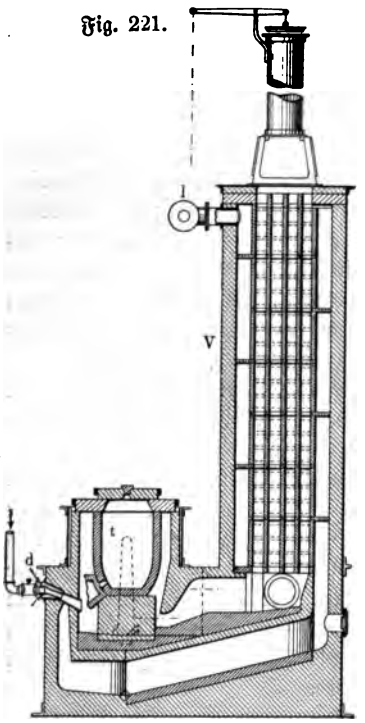
Die Verwendung des (nicht carburirten) Wassergases hat in den letzten Jahren insofern eine Aenderung erfahren, als dieselbe für Martin-Oefen [1]) wieder aufgegeben wurde und die Bedeutung desselben für Gaskraftmaschinen [2]) wesentlich geringer geworden ist durch Vervollkommnung des Mischgasverfahrens. Sehr beachtenswerth ist aber die Verwendung des beim Heißblasen erzeugten Gases für Gaskraftmaschinen, wie sie bei Jul. Pintsch eingeführt wurde (S. 230). Die Verwendung zur Beleuchtung wird später besprochen.

Ganz besonders eignet sich das Wassergas für technische Zwecke, zum Löthen, Schweißen, Schmelzen, Glühen u. dergl., und namentlich da, wo hohe Temperaturen verlangt werden. Bei Pintsch in Fürstenwalde dient das Wassergas zum Schweißen von Gassammelkesseln, Bojen für Seebeleuchtung, Cellulosekochern u. dergl., von Blechen von 10 bis 40 mm Dicke. Dauer einer Schweiße von 10 mm dickem Blech etwa $1^1/_2$ Minuten; — zum Hart- und Weichlöthen von Gasbehältern von 4 und 6 mm Blechstärke. In einer Stunde können etwa 21 m Hartlothnähte fertig gestellt werden; zum Schmelzen von Phosphorbronze und anderen Metallen bis zu 1000 k Einsatz in einen Tiegel mit Abstich à la cubillot. Schmelzdauer für 1000 k Phosphorbronze bei ununterbrochenem Betriebe etwa drei Stunden. Der Tiegel bleibt im Ofen stehen und wird abgestochen wie beim Kupolofen; zum Schmelzen von Phosphorbronze u. dergl. bis zu 120 k Einsatz in einen Tiegel zum Ausheben. Schmelzdauer für 120 k Phosphorbronze eine Stunde. Der Tiegel wird beim Gießen herausgehoben; zum Ausglühen metallener Gegenstände bis 1000 k; zum Glasblasen und zu verschiedenen anderen Arbeiten in der Glühlampenfabrik Gebr. Pintsch; zum Glühen und Brennen verschiedener Stoffe in Oefen mit überhitztem Wind. Die Temperatur in diesen Oefen kann so hoch

[1]) Fischer's Jahresber. 1885, 1310; 1887, 154. In Witkowitz S. 223; in Hörde wurde nicht das Wassergas als solches verwendet, sondern im Gemisch mit dem beim Heißblasen erzeugten Generatorgase, was natürlich unpraktisch ist, da das Mischgas (S. 252) einfacher ist. — [2]) Für ein Stundenpferd soll in Witkowitz nur 1 cbm, bei Pintsch 1,5 bis 2 cbm Wassergas verbraucht werden (Fischer's Jahresber. 1890, 187; 1893, 122).

geſteigert werden, daß Platin anſtandslos zum Regulus heruntergeſchmolzen wird; für theilweiſe Beleuchtung mit Magneſiakammlicht. — Die Koſten der directen Wärme gegenüber Koksbetrieb ſind nahezu dieſelben, jedoch ſind die Hauptvortheile auf anderer Seite zu ſuchen und zwar in ſchnellerem Durchbringen des Materials und dadurch Erſparniß an Arbeitslöhnen, Vereinfachung der Feuer, reinerem Hitzen und beſſerem Fabrikat. Vergleiche haben ergeben, daß mit Waſſergas beiſpielsweiſe Phosphorbronze doppelt ſo ſchnell geſchmolzen wird, wie bei Koksbetrieb; dann haben Zerreißproben ergeben, daß mit Waſſergas hergeſtellte Schweißen bedeutend reiner ſind wie bei Koksbetrieb. In der Nervenheilanſtalt von Kahlbaum in Görlitz dient es in ausgedehntem Maße zum Heizen der Zimmer und Küchenherde [1]).

Fig. 221.




Nach Dicke entſtrömt bei dem Schmelzofen für ſehr hohe Temperaturen (Fig. 221) das Gas einer mit Waſſer gekühlten Düſe $d$; die Flamme umſpült den Tiegel $t$ und die heißen Verbrennungsgaſe durchſtreichen in vielfach gewundenem Wege den Luftvorwärmer $V$. Die oben bei $l$ eingeblaſene Luft ſtreicht gleichzeitig im Gegenſtrom nach abwärts, wird an den Scharmotte-Hohlziegeln bis gegen 600° vorgewärmt und tritt neben der Gasdüſe $d$ in den Miſchcanal. Entſprechende verſchließbare Oeffnungen im Ofen und am Fuße des Tiegels ermöglichen den Abſtich des geſchmolzenen Metalles.

Daß Waſſergas für chemiſche Fabriken und Laboratorien ſehr brauchbar iſt, liegt auf der Hand.

Anhangsweiſe mögen noch folgende Vorſchläge erwähnt werden.

Fogarty (D. R.-P. Nr. 22 369 und 27 953) ſchlägt vor, Luft und Dampf durch eine im Ofen befindliche weißglühende Kohlenmaſſe zu leiten und dadurch die Verbindung von Luft und Dampf mit dem Kohlenſtoff zu Kohlenoxyd und Kohlenſäure zu bewirken unter Befreiung des Waſſerſtoffs des zerſetzten Dampfes und des Stickſtoffs der Luft; ferner den Stickſtoff vom Gaſe zu trennen, indem man es in Ammoniak verwandelt und mittelſt Dampfes den Stickſtoff mit Kohlenſäure und Alkali zu Cyan und deſſen Verbindungen ſich vereinigen läßt, die letzteren dann mittelſt Dampfes zerſetzt, wobei ſich Ammo-

[1]) Journ. f. Gasbel. 1893.

...yde und Alkali bilden, und hierauf das Ammoniak entfernt; ... Kohlenoxyd des Gases durch überhitzten und incandescirenden ... zersetzen und in Kohlensäure zu verwandeln, so daß als Zersetzungs- ... Kohlensäure und freies Wasserstoffgas entstehen; und viertens die ...säure mittelst des vorher hergestellten Ammoniaks auszuscheiden. — ...g recht zweifelhaft. Dasselbe gilt von dem entsprechenden Verfahren von ...son (D. R.-P. Nr. 50 131).

Nach F. Krupp (D. R.-P. Nr. 67 827) wird der verwendete Koks ...her mit Alkalilösung getränkt.

Schomburg (D. R.-P. Nr. 28 746) will durch ein mit Wasserstoff ...eiztes Rohr mit Eisenspänen Wasserdampf leiten, um Wasserstoff zu ...engen — hat also keine Ahnung von Thermochemie.

Moore (D. R.-P. Nr. 35 203) will dadurch Wasserstoff erzeugen, ...er Gase oder Dämpfe, welche Kohlenstoff oder Kohlenstoffverbindungen halten, mit einem Ueberschuß von Wasserdampf in einem fortlaufenden ...rome durch eine Kammer oder Retorte leitet, welche ein Oxyd von Eisen, ...angan, Kupfer, Blei, Zinn, Zink enthält, um das in den genannten Gasen ...handene Kohlenoxyd zu Kohlensäure zu oxydiren und mittelst des Wasser- ...stoffes das dabei reducirte Metalloxyd gleichzeitig wieder herzustellen.

Williams (D. R.-P. Nr. 40 780) will aus Zink und verdünnter ...hwefelsäure erzeugten Wasserstoff carburiren. Nach F. Krupp (D. R.-P. ...r. 73 978) wird Wasserdampf über glühende Eisenspäne geleitet:

$$3\,Fe + 4\,H_2O = Fe_3O_4 + 4\,H_2\ ^{1}).$$

Cain (D. R.-P. Nr. 76 004) will den Schachtofen mit einer Thermo- ...le umgeben und mit der erhaltenen Thermoelektricität Wasser zerlegen.

Die Herstellung von Wassergas aus Torf[2]) hat sich noch nicht bewährt.

---

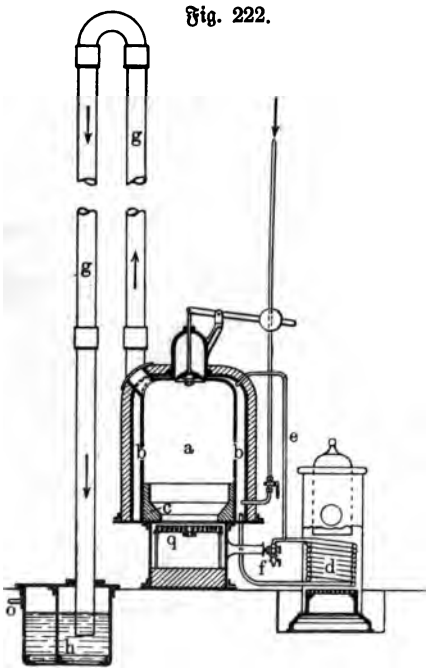
[1]) Fischer's Jahresber. 1882, 1143; 1894, 70. — [2]) Das. 1889, 115; 1897, ...; 1898, 106.

# Mischgas.

Wenn man das beim sogenannten Heißblasen erhaltene, an Kohlenoxyd reiche Generatorgas mit dem Wassergase mischt, oder besser, wenn man Luft und Wasserdampf gleichzeitig durch den mit glühendem Anthracitcoke gefüllten Generator leitet, so erhält man ein an Kohlenoxyd und Wasserstoff reiches Mischgas [1]).

Bereits Constable (Eng. Pat. 1845) und G. Michiels [2]) wollten Wasserdampf mit Luft gemischt in einen großen Kohlenschacht einblasen und das so erhaltene Gas zum Heizen, Reduciren der Erze, zur Beleuchtung u. dergl. verwenden. Wesentlich denselben Vorschlag machte Kirkham [3]). Nach Pfeiffer (D. R.-P. Nr. 15 210) wird in Verbindung mit einem Dampfstrahlapparate ein Gebläse angewendet, so daß man, je nach dem zu vergasenden Brennstoffe, Wasserdampf und Luft in wechselnden Mischungsverhältnissen in den Generator einführen kann.

Fig. 222.




Erfolgreich war das Verfahren von Dowson [4]). Der Generator *a* (Fig. 222) hat einen doppelten Mantel, in dessen Zwischenraum *b* Wasser getrieben wird. Der untere Theil ist mit feuerfestem Material *c* ausgekleidet. Aus dem unteren Theile des Raumes *b* fließt das Wasser nach dem unteren Theile der

[1]) Früher meist Dowsongas genannt. Die Bezeichnung Halbwassergas oder Kraftgas ist weniger zutreffend als Mischgas. — [2]) Rec. soc. polyt. 1846, Nr. 16. — [3]) Armeng aud gén. ind. 1859, 136; Wagner's Jahresber. 1859, 647. — [4]) D. R.-P. Nr. 27 165; Fischer's Jahresber. 1887, 189.

nge *d*, welche durch ein Feuer erhitzt wird und in welcher beständig entwickelt wird. Ein Theil dieses Dampfes geht durch das Rohr *e* ı Raume *b* über den Stand des darin befindlichen Wassers. Der heil des Dampfes geht nach dem Stahlgebläse *f*, durch welches ein von Luft und Dampf in das Feuer des Generators geblasen wird. mpfdruck über dem Wasser im Raume *b* nöthigt das Wasser, unter ach der Heizschlange *d* zu fließen; der Druck in *b* kann durch ein ıtil geregelt werden. Der äußere Mantel des Wasserraumes *b* ist mit nem schlechten Wärmeleiter bekleidet. Die Heizschlange *d* ist ebenfalls m Mantel umgeben, dessen unterer, die Heizschlange *d* umgebender f den oberen Theil aufgeschraubt oder sonst wie befestigt sein kann, so Heizschlange erforderlichenfalls leicht entfernt werden kann. Das aus ıerator kommende Gas strömt durch das Rohr *g* in das geschlossene äß *h*, welches zum Theil mit Wasser gefüllt ist, in welches das Rohr *g* , um gegen das Gas im Gasometer abgesperrt zu sein und das aus *a* e Gas auf seinem Wege nach dem Gasometer durch das Wasser zu

ch Dowson's eigenen Angaben[1]) hat das in seinem Apparate aus t hergestellte Gas folgende Zusammensetzung:

| | | |
|---|---|---|
| Kohlensäure | 6,57 | Proc. |
| Kohlenoxyd | 25,07 | „ |
| Methan | 0,31 | „ |
| Oelbildendes Gas | 0,31 | „ |
| Wasserstoff | 18,73 | „ |
| Sauerstoff | 0,03 | „ |
| Stickstoff | 48,98 | „ |

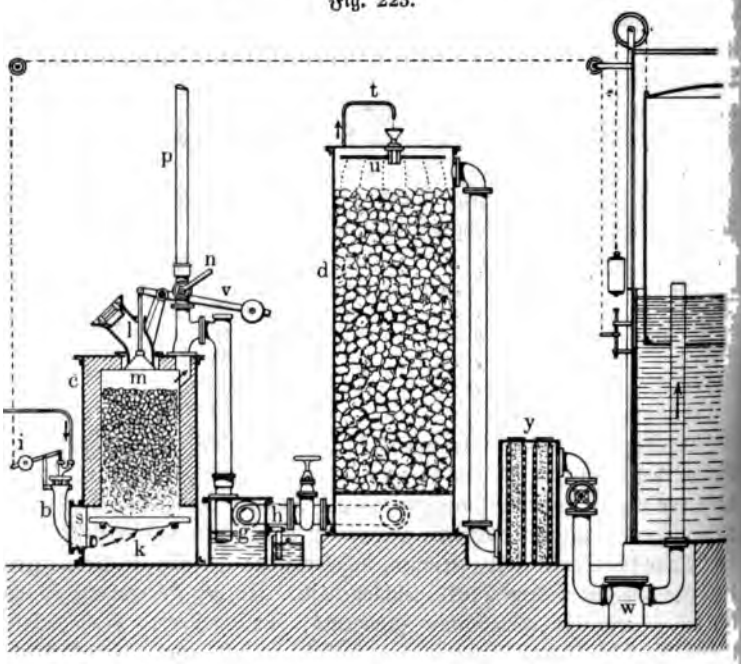
r Apparat wird wohl kaum noch so gebaut, wie diese Patentschrift angiebt.

der Deutzer Gasmotorenfabrik gebaute Abänderung desselben us einem kleinen Dampfkessel, einem Gaserzeuger *c* (Fig. 223 a. f. S.) lage, einem oder mehreren Scrubbern *d* und einem Gasbehälter. Der ampfkessel mit sehr geringem Wasserraume hat eine senkrechte Feuer- velche mit einem Deckel geschlossen ist. In der Feuerbüchse ist ober- Feuers ein spiralförmig gebogenes, schmiedeeisernes Rohr befestigt, der Dampf auf seinem Wege aus dem Kessel nach dem Injector *b* mt, um darin überhitzt zu werden. Der überhitzte Wasserdampf bläst s Strahlgebläse *b* Luft in den unter dem Rost des Generators befind- schenfall *k*. Letzterer ist durch die Reinigungsthür *s* während des s luftdicht verschlossen. Ueber dem Rost schließt sich der mit feuerfesten ausgefütterte Schacht *m* des Generators an, welcher mit glühendem ff gefüllt ist. Der Fülltrichter *l* ist während des Betriebes durch einen rschlossen, der mittelst Hebel und Gegengewicht luftdicht gegen den s Trichterrohres gedrückt wird. In den über dem Kegel befindlichen des Trichters wird der Brennstoff eingefüllt, worauf derselbe durch eckel dicht verschlossen wird. Läßt man durch Anheben des Gegen-

[1]) Engineering 39, 418.

gewichtes *v* den Kegel nach abwärts sinken, so fällt der im Trichter befindliche Brennstoff in den Generatorschacht, der hierauf durch den Kegel wieder verschlossen wird. Durch diese Art der Beschickung wird der Austritt des Gases aus dem Generator verhindert. Der beim Anheizen des Apparates entwickelte Rauch, sowie das bei Beginn des Anblasens erzeugte minderwerthige Gas werden durch das Rohr *p* abgeführt. Letzteres wird durch den Hahn *n* abgesperrt, wenn das Gas durch die Vorlage nach dem Scrubber und Gasbehälter gehen soll. Das im Generator erzeugte Gas tritt durch das Rohr *f* in die Vorlage *g*. Die Tauchung des ersteren in das in der Vorlage befindliche Wasser verhindert das Zurücktreten von Gas aus dem Gasbehälter in den

Fig. 223.




Generator, wenn in letzterem die Gaserzeugung unterbrochen ist. Aus der Vorlage *g* wird das Gas durch das Rohr *h* dem Scrubber *d* zugeführt, ein cylindrisches Gefäß aus Eisenblech, dessen Kokefüllung durch die Rohrleitung *u* fortwährend mit Wasser berieselt, welches durch das Rohr *t* zugeführt wird. Das Wasser, welches sich im unteren Theile des Scrubbers sammelt, gelangt durch ein besonderes Rohr in die Vorlage, aus welcher es durch einen Ueberlauf austritt. Der im Scrubber befindliche Koks wird, nachdem er zum Reinigen nicht mehr benutzt werden kann, zur Heizung des kleinen Dampfkessels oder anderweitig verbraucht. Ist der Gasbehälter mit Gas angefüllt, so wird der Dampfhahn *i*, welcher durch eine Kette mit der Gasbehälterglocke in Verbindung steht, selbstthätig geschlossen. Hierdurch wird der in den Aschenfall *k* des Gene-

es eintretende Gebläseluftstrom nahezu abgesperrt und die Gaserzeugung nge vermindert, bis durch ein Sinken der Gasbehälterglocke der Dampfa i sich wieder öffnet.

Die Apparate von Gebr. Körting unterscheiden sich hiervon wesentlich durch Verwendung mehrerer flacher, mit Sägespänen u. dergl. gefüllter Breiniger.

An zwei verschiedenen Tagen zwei Apparaten der Körting'schen Fabrik Verf.[1]) entnommene Proben ergaben im Durchschnitt:

| | |
|---|---|
| Kohlensäure | 7,2 Proc. |
| Kohlenoxyd | 26,8 „ |
| Methan | 0,6 „ |
| Wasserstoff | 18,4 „ |
| Stickstoff | 47,0 „ |

1 k des verwendeten Anthracits giebt rund 4,8 cbm Gas, 1 cbm Gas einen Brennwerth von 1345 w, die 4,8 cbm somit 6456 w. Die Gase ließen den Generator mit 495°, entführten daher, wenn das Dampfluftgemisch 95° hatte, 6 hw. Bei rund 78 hw Brennwerth des Anthracits ergiebt somit folgende Wärmeausnutzung:

| | | |
|---|---|---|
| Gas, Brennwerth | 6456 w | 82,8 Proc. |
| Gas, Eigenwärme | 600 „ | 7,7 „ |
| Verlust durch Leitung und Strahlung | 744 „ | 9,5 „ |

Die 9,5 Proc. Verlust durch Leitung und Strahlung lassen sich vermindern, wenn der Eisenmantel des Generators mit Wärmeschutzmitteln bekleidet die Decke nicht, wie es jetzt geschieht, mit Wasser bedeckt wird. Ein Theil r Wärme wird dann zur weiteren Zersetzung von Wasserdampf bezw. lensäure verwendet werden, ein anderer Theil, besonders der jetzt in das sser übergehende, aber zur Erhöhung der Eigenwärme des Gases dienen. se Eigenwärme des Gases könnte aber durch einfache Vorrichtungen zur wärmung des Dampfluftgemisches verwerthet werden.

Trillich[2]) fand bei zwei Münchener Anlagen:

| | I | II | |
|---|---|---|---|
| Wasserstoff | 18,2 | 21,9 | Proc. |
| Methan | 1,0 | 0,7 | „ |
| Kohlenoxyd | 18,2 | 15,9 | „ |
| Kohlensäure | 9,0 | 11,4 | „ |
| Stickstoff | 53,5 | 50,7 | „ |

der zweiten Analyse ist die Kohlenschicht zu niedrig gewesen.

Hundeshagen und Philip[3]) untersuchten zweimal die Abwässer aus Vorlage, dem Scrubber und Wascher einer Mischgasanlage:

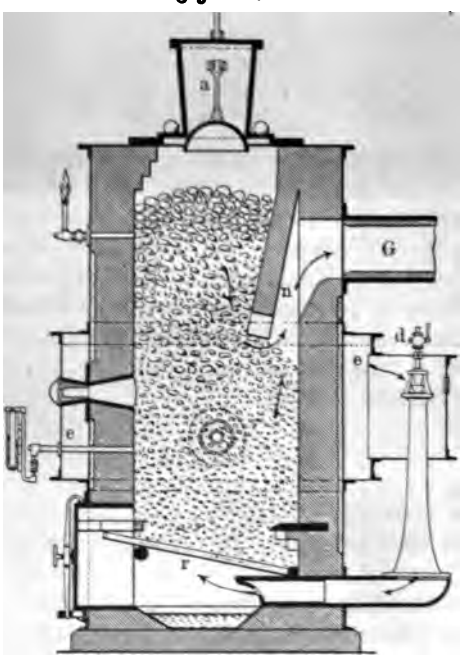
---

[1]) Fischer's Jahresber. 1891, 84; 1893, 108; 1894, 81. — [2]) Bayer, Ind. 1893; Fischer's Jahresber. 1893, 119. — [3]) Zeitschr. f. angew. Chem. 80.

| | Vorlage | | Scrubber | | Wäsche | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | I | II | I | II | I | |
| Ammoniak | 25,76 | 20,40 | 9,24 | 13,20 | 1,26 | |
| Kohlensäure | ? | 39,20 | ? | 39,00 | ? | |
| Cyanwasserstoff | Spur | 0,27 | 1,46 | 1,24 | 0,40 | |
| Rhodanwasserstoff | — | — | Spur | Spur | — | — |
| Schwefelwasserstoff | 1,25 | 0,88 | 2,20 | 2,54 | Spur | |
| Schwefelsaures Ammon | 1,08 | 1,09 | Spur | Spur | — | — |
| Unterschwefligsaures Ammon | 2,13 | 1,60 | 2,61 | 1,40 | 1,56 | |
| Chlorammonium | Spur | Spur | Spur | Spur | — | — |
| Kohlenwasserstoffe, Phenole u. dergl. | Spur | Spur | Spur | Spur | Spur | |

Simplex nennt Thwaite[1]) seinen Generator, welchen Fig. 2 Schnitt zeigt. Die durch Trichter *a* aufgegebenen Kohlen werden im Theile des Generat gast, so daß dadurch eine Leuchtgasflamme werden kann, der Rest unten vergast. Der Theil des Generators einem Mantel *c* umg welchem die zur Verg erforderliche Luft vorgewä dann von dem Dampfstr gebläse *d* angesaugt und den Rost *r* getrieben wird. Das gebildete Mischgas weicht bei *n* in das Rohr

Fig. 224.




Der Mischgaserzeuger von Taylor (D. R.-P. Nr. 50 137) besteht aus einem cylindrischen Schachte aus Eisenblech, ist mit Glocken-Aufgebevorrichtung *A* (Fig. 225 a. f. S.), feuerfester Aus fütterung *M* und durch Thür *D* geschlossenem Aschenfall versehen; in denselben wird durch ein Dampfstrahlgebläse *I* Wind eingeführt. Dieser tritt durch das Centralrohr *K* ein, welches als Drehzapfen für die ringförmige, von aussen mittelst der Kurbel *E* drehbare Platte *G* dient. Die Verbrennungsgase

[1]) Industries 1890.

innt 0,10 m über dem Windeintrittskegel; sobald dieselbe steigt, was man ch die Schaulöcher *B* erkennt, wird sie mit der ganzen Brennmaterialmasse f die richtige Höhe zurückgebracht, indem man, ohne den Wind abzustellen,

Platte *G* dreht. Der Apparat währt sich [1]). Zwei Gasproben er-ben:

| | I | II | |
|---|---|---|---|
| ) . . . . . | 27,0 | 27,0 | Proc. |
| . . . . . | 12,0 | 12,0 | „ |
| $H_4$ . . . . . | 2,5 | 1,2 | „ |
| $)_2$ . . . . . | 2,0 | 2,5 | „ |
| . . . . . | 56,5 | 57,3 | „ |

Fig. 225.

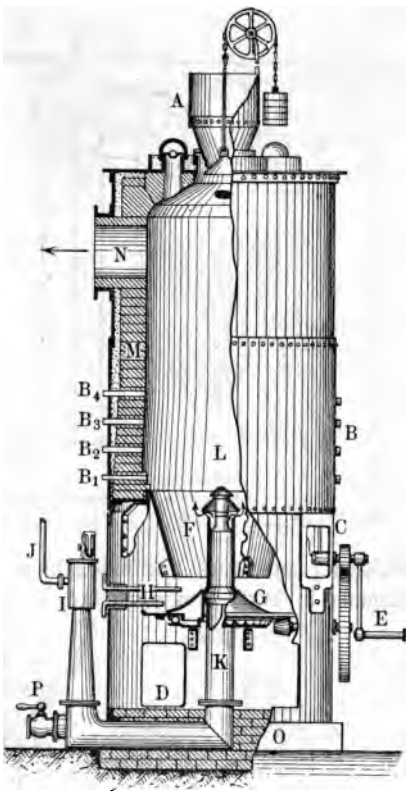



Fig. 226 (a. f. S.) zeigt den Gas-euger von Fichet u. Heurtey (D. P. Nr. 74 982) [2]). Der in dem nen Kessel *w* erzeugte Dampf strömt ch das Rohr *a* zunächst nach dem oberen Raume *h* des Ueberhitzers ndlichen Schlangenrohre *s*, wo er erhitzt und trocknet, alsdann weiter ch *b* nach dem Injector *i*, wo er nöthige Menge Luft ansaugt; mit ser umspült er die Röhren *r* des erhitzers und wird dann durch *c* t Brennmaterial in der Höhe des aulloches *R* oberhalb einer dicken icht Asche zugeführt. Die sich in ammelnden Gase strömen durch *k* die Röhren *r* des Ueberhitzers unter nach dem Kasten *Q*, von sie entweder durch Canäle in un-einigtem Zustande nach der Ver-uchsstelle oder, wenn es sich um Speisung von Gasmotoren handelt, durch n Scrubber und einen mit Holzspänen gefüllten Reiniger nach einer Glas-ke geleitet werden können. Der obere Deckel des Ueberhitzers kann leicht enommen werden, um die Röhren zu fegen, und der im Kasten *Q* an-mmelte Ruß ist leicht zu entfernen. Es ist kein Rost vorhanden, sondern e rotirende Scheibe *P*, die man mit der Handkurbel *H* in Bewegung setzen n, so daß die durch die Drehung gelockerte Asche am Rande in den Aschen-en fällt und von da alle 24 Stunden in einigen Minuten entfernt werden n, ohne daß Luft eintritt. Durch die Schaulöcher $RR_1$ kann man sehen, die Verbrennung sich verhält, und ob eine Bewegung der Scheibe nöthig

Durch die Löcher *O* kann man mit Kratzern dem regelmäßigen Falle der

[1]) Fischer's Jahresber. 1894, 89; Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1894, 1322. — Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1894, 1321; Fischer's Jahresber. 1894, 88.

[illegible] nicht rege[illegible] [illegible] nehmen: dies ist jedoch [illegible] das Einblasen einer verhältnißmäßig sehr nassen Luft werden die Bildung und das Schmelzen von Schlacken verhindert, und die Asche enthält fast gar keine unverbrannten Theile, welche letzteren bei anderen Systemen mit Rosten bis zu 20 Proc. steigen können. Wenn man daneben die bekannten Schwierigkeiten einer Reinigung des Rostes bedenkt, so leuchtet ein, daß die Bedienung eines Taylor-Generators mit einer großen [illegible] und Reparaturen verbunden ist. Der Umfang der Er[illegible] Aenderung des Druckes des Injectors sehr verschieden zu machen und schwankt zwischen 35 k und 70 bis 80 k pro Stunde und Quadratmeter der wagerechten Fläche.

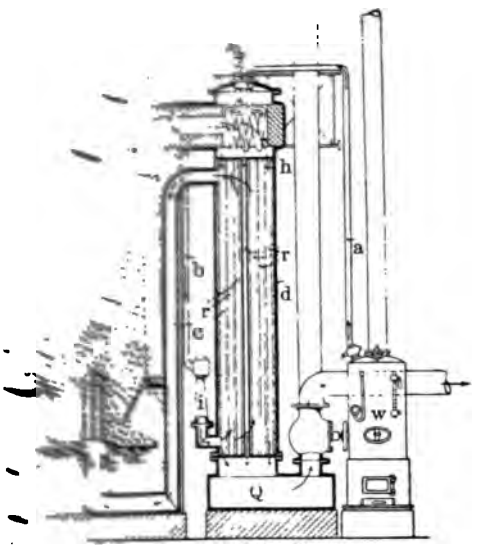
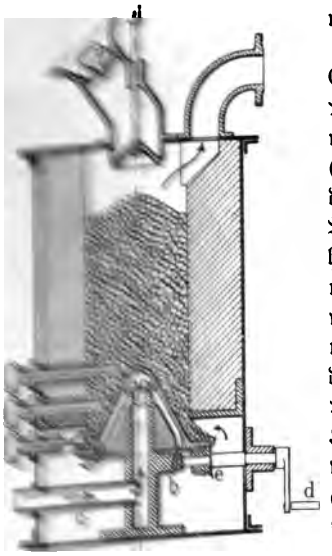



Fig. 227.



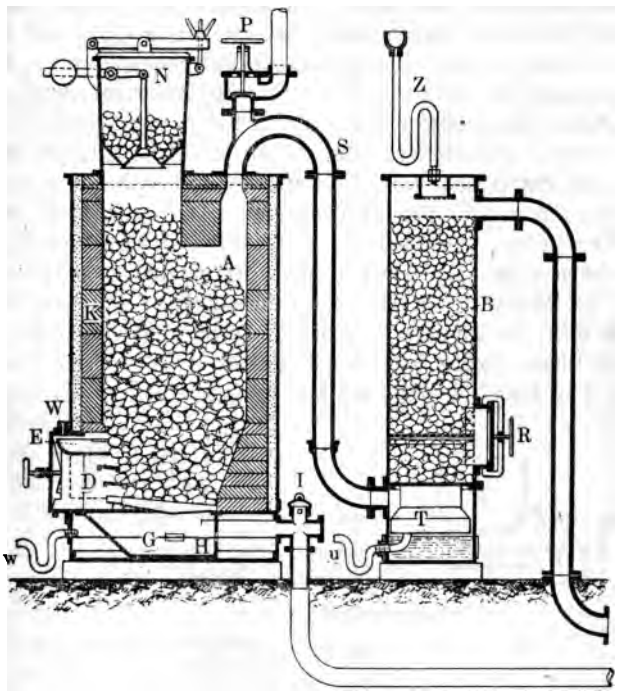

Nach einer anderen Construction der Gasmotorenfabrik Deutz (D. R.-P. Nr. 98 981) besteht der Boden des Generators aus einem drehbaren Kegel *a* (Fig. 227), dessen unterer Rand vom Rande des Ofenschachtes so weit absteht, daß der Wind genügenden Raum zum Durchtritt hat und eine Versetzung durch Schlacke nicht stattfinden kann. Der Gebläsewind wird in die Achse des Kegels *a* eingeführt und tritt dann, unter Kühlung desselben, durch dessen Canäle *b* in den geschlossenen Raum *c*, um von hier erhitzt zwischen Kegel und Schacht in letzteren zu entweichen. Behufs Entfernung von Schlackenansätzen am Kegel *a* sind im Schacht Stocheisen *f* verschiebbar, an welchen der

Kegel *a* vermittelst der Kurbel *d* und des Zahngetriebes *e* vorbeigedreht werden kann (vergl. S. 254).

Weniger gut erscheint der Gaserzeuger von Kitson[1]) und Dauber (D. R.-P. Nr. 54995), Lönholdt (D. R.-P. Nr. 74753), Knoop (D. R.-P. Nr. 78848) und Abel (D. R.-P. Nr. 90415).

Beim Mischgasapparate von Matter & Co. besteht der Gaserzeuger *A* (Fig. 228) aus einem mit feuerfestem Material *K* ausgefütterten Blechcylinder; zwischen letzterem und den Steinen *K* befindet sich noch eine Isolirschicht aus Sand. Der von den Roststäben getragene Brennstoff wird

Fig. 228.

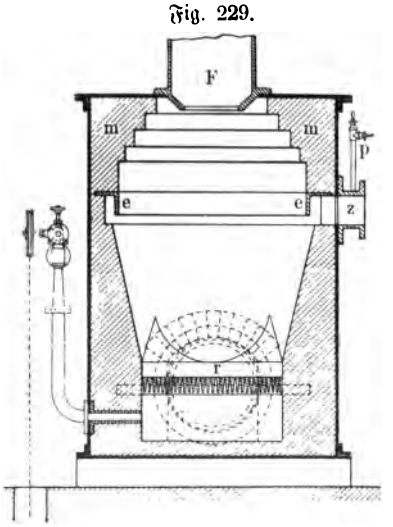



durch den Fülltrichter *N* eingeführt. Ein zweiter schräg gestellter Rost aus wenigen größeren Platten *D* verhindert das Hineinfallen der Kohle in den Aschenfall und zertheilt den der glühenden Kohlenschicht zugeführten Luftstrom. Durch einen bei *W* angedeuteten Hahn tropft ein dünner Wasserstrahl in den Trog *E*, wo er sich erwärmt und in Tropfen in den Aschenfall hinabträufelt. Mit Vortheil wird dazu das vom Kühlmantel des Gasmotors abfließende, schon vorgewärmte Wasser benutzt. Ein Theil des Wassers verdampft im Aschenkasten und gelangt in Dampfform in die glühende Brennstoffschicht, während der Ueberschuß des Wassers bei *w* abfließt, um sicher zu sein, daß

[1]) Zeitschr. f. angew. Chem. 1892, 420.

immer hinreichend Wasser vorhanden ist. Bei *H* tritt ein von einem kleinen Gebläse eingeblasener Luftstrom unter den Rost und führt den Wasserdampf mit. Das Gas tritt durch *S* in den Scrubber *B* unter Ueberwindung des geringen Widerstandes im Wasserverschuß *T*, durch welchen ein Zurücktreten nach dem Generator verhindert wird. Beim Durchstreichen der auf Rosten ruhenden Koksschicht bleiben die Staubtheilchen zurück und das Gas kühlt sich an dem durch den Syphon *Z* in Regenform einströmenden Wasser ab; das Kühlwasser fließt bei *u* ab und das Gas gelangt durch *Y* in den Gasometer und zur Maschine. Durch das Mannloch *R* kann alle zwei bis drei Monate die Koksfüllung herausgenommen werden, welche dann im Generator verbrannt wird. Der Gasometer wird immer voll gehalten und gestattet jederzeit den Beginn des Betriebes; dadurch kommt das Gebläse in Gang und bringt den Generator in kurzer Zeit auf die normale Betriebstemperatur. Wie beim Mischgasapparate ein selbstthätiges Abstellen des Injectors erfolgt, wenn die Gasometerglocke ihren höchsten Stand erreicht hat, so öffnet sich hier ein Ventil auf der Luftleitung selbstthätig, indem es mit der Gasometerglocke durch einen Drahtzug in Verbindung steht; die Luft entweicht dann ins Freie und die Gaserzeugung hört ganz oder theilweise auf. Die Füllung des Generators erfolgt alle fünf bis sechs Stunden; alle 24 Stunden wird durch *F* die Asche herausgenommen und das Feuer zwischen den Stäben *D* gestochert. Beim Abstellen des Motors öffnet man das Luftventil *J* bis zu einem bestimmten Hube und lüftet den Schieber *P* etwas. Dadurch entsteht während des Stillstandes ein leichter Luftzug durch den Generator, so daß man im Nothfalle ein oder zwei Tage lang das Feuer mit ganz geringem Aufwand brennend halten kann. Der Apparat wird zur Herstellung von Kraftgas empfohlen [1]). Das Gas soll angeblich folgende Zusammensetzung haben [2]):

Fig. 229.




| | |
|---|---|
| Kohlensäure . . . . . | 5,0 Proc. |
| Kohlenoxyd . . . . . | 21,0 „ |
| Methan . . . . . | 3,5 „ |
| Aethylen . . . . . | 0,5 „ |
| Wasserstoff . . . . . | 20,0 „ |
| Sauerstoff . . . . . | 0,5 „ |
| Stickstoff . . . . . | 49,1 „ |

Bei einem vom Verf. [3]) untersuchten Apparate von Hirzel erweitert sich der Kohlenraum über dem Rost *r* (Fig. 229) bis zum Gasabzug *z*, Eisenring *e* hält den ringförmigen Gassammelraum von den durch Fülltrichter *F* eingeführten Kohlen frei und trägt das Mauer-

[1]) Bayer. Ind. u. Gewerbebl. 1895, 105. — [2]) Industries 1893, 362; Fischer's Jahresber. 1895, 91. — [3]) Zeitschr. f. angew. Chem. 1893, 507.

rk *m*. Diese Vorrichtung verhindert die Erhitzung der Decke, vermindert so den Wärmeverlust und soll wohl eine Zersetzung der Destillationsproducte zwecken. Dem Hahn *p* entnommene Gasproben enthielten bei Untersuchung it dem kleinen Gasapparate (Bd. I, S. 250) 15 Proc. Kohlensäure. Beim inschmelzen von Proben schied das Gas in den Glaskugeln sehr viel Wasser ; es wurde also offenbar übermäßig Wasserdampf zugeführt. Die Unterchung dieser Proben ergab:

| Zeit | $CO_2$ | CO | $CH_4$ | H | N |
|---|---|---|---|---|---|
| 11 Uhr 40 Min. . . . . | 15,1 | 8,8 | 1,0 | 20,3 | 54,8 |
| 11 „ 55 „ . . . . . | 14,8 | 8,8 | 0,6 | 20,1 | 55,7 |
| 2 „ 15 „ . . . . . | 14,9 | 8,6 | 1,9 | 22,5 | 52,1 |

In der Mittagspause wurde abgeschlackt und neu beschickt. Der verndete englische Anthracit enthielt trocken:

| | |
|---|---|
| Kohlenstoff . . . . . | 92,31 Proc. |
| Wasserstoff . . . . . | 3,07 „ |
| Sauerstoff (+N+S) . . . . . | 1,52 „ |
| Asche . . . . . | 3,10 „ |

Abgerundet war die mittlere Zusammensetzung des Gases:

| | |
|---|---|
| Kohlensäure . . . . . | 15 Proc. |
| Kohlenoxyd . . . . . | 9 „ |
| Methan . . . . . | 1 „ |
| Wasserstoff . . . . . | 21 „ |
| Stickstoff . . . . . | 54 „ |

Abgesehen von dem bei der Entgasung gebildeten Methan und Wasserstoff t somit die Vergasung nach den Gleichungen 1, 2 und 5 (S. 195) etwa zu eichen Theilen stattgefunden:

$$3\,C + 3\,O + 2\,H_2O = 2\,CO_2 + CO + 2\,H_2.$$

Durch den übermäßig zugeführten Wasserdampf ist die Temperatur im aserzeuger so niedrig gehalten, daß sie für die Reaction nach Gleichung 4 cht ausreichte. 1 cbm Gas hatte einen Brennwerth von nur 1092 w, war mnach recht mangelhaft; thatsächlich konnte die 25 pferdige Maschine nicht mit ordentlich betrieben werden, um so mehr die mitgeführten Theernebel chieber u. dergl. verschmierten. Die Temperatur war zu niedrig, um die eerdämpfe zu zersetzen, so daß die Abführung des Gases in der Mitte den veck verfehlte.

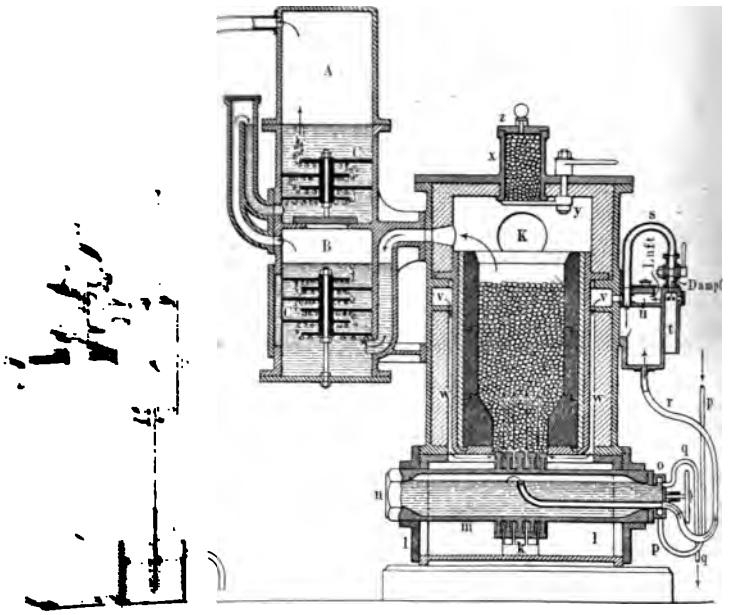
Dagegen gab die Mischgasanlage der Zürich-Bergbahn von Hirzel ch Hill Gas folgender Zusammensetzung:

| | I | II | III | IV |
|---|---|---|---|---|
| $CO_2$ . . . . . | 13,2 | 10,7 | 10,2 | 10,1 |
| CO . . . . . | 16,1 | 17,1 | 17,2 | 16,7 |
| H . . . . . | 26,7 | 21,3 | 24,8 | 24,3 |
| $CH_4$ . . . . . | — | 2,5 | 1,5 | — |
| N (Rest) . . . . . | 44,0 | 48,4 | 46,3 | 48,9 |

Für Pferd und Stunde wurden 0,62 bis 0,67 k Kohlen verbraucht.

... (Nr. 73945) verbindet mit seinem Motor ein ... dem Kraftbedarf Luft und Wasserdampf, sie ... den Generator hindurch saugt und unter ... Luft ... Druckcylinder befördert. Als Dampferzeuger dient ein ... drehbarer Hohlrost; der Gasometer fällt fort[1]). In ... (Fig. 230) liegt drehbar eingefügt der Hohlcylinder *m*, ... mit einer Anzahl weit vorspringender Rippen *k*. Diese ... den unteren quadratischen Querschnitt des Generatorschachtes ... starrige Auflage für den Brennstoff, während das ... die Räume zwischen den einzelnen Rippen seinen Ein-

Fig. 230.




... nimmt. Zu bestimmten Zeiten wird der „Rostcylinder", ... luftdicht in den Generatorwandungen gelagert ist, an dem ... Es kommen dann andere Theile der Rippen als Rost ... und die außer Thätigkeit gesetzten können von der Seite her, ... an der Aschenkastenwand, bequem gereinigt werden. Da ... des Hohlcylinders stark erwärmte Theile desselben plötzlich ... in Berührung kommen, so wird dies zu verstärkter ... Rissbildung geben. Auch der freie Rostquerschnitt erfährt ... nach dem Drehen des Cylinders. Schroffe Wechsel ... Luftzuführungsverhältnissen während des Betriebes sind ... der Gasentwickelung aber jedenfalls nicht wünschens-

... 1899, 309.

werth; man wird also gut thun, das Drehen und die Reinigung des Rostes jedesmal zum Schluß des Betriebes vorzunehmen.

An dem Kopfe des Rostcylinders *m* befindet sich das Ansatzstück *o* zur Aufnahme des Speisewasserrohres *p*, des Wasserabflußrohres *q* und des Dampfrohres *r*. Das Ansatzstück *o* ist mit den Aschenkastenwandungen fest, mit dem Rostcylinder drehbar verbunden. Durch die Lage der Mündung des Wasserabflußrohres in dem Ansatzstücke *o* ist die Höhe des Wasserstandes ein- für allemal gesichert. Als Speisewasser kann das aus den Gaskühlapparaten abfließende vorgewärmte Wasser oder das Kühlwasser aus dem Arbeitscylinder benutzt werden. Die zur Verfügung stehende Wassermenge übersteigt den Dampfverbrauch wesentlich, so daß ein dauerndes Ueberfließen durch Rohr *q* stattfinden kann. Das Wasserabflußrohr ist etwas nach oben gebogen, so daß im Innern des Hohlcylinders stets ein geringer Dampfüberdruck, entsprechend der Wassersäule im Bogen des Ausflußrohres *q* vorhanden ist. Luft und Dampf werden durch den Generator hindurchgesaugt. Die durch einen Schieber regelbare Oeffnung für die Luft befindet sich bei *s*. Der Dampf sammelt sich in der unten offenen Glocke *t*, tritt also hier mit der Atmosphäre in Berührung und verliert seine geringe Spannung, so daß Luft und Wasserdampf unter stets gleichen Druckverhältnissen angesaugt werden können. Von der inneren Glockenwandung gehen eine Anzahl feiner Oeffnungen nach dem Mischraume *u*. Wie durch Pfeile angedeutet, vereinigen sich hier Luft und Dampf und treten durch die Kammer *v* in den Generator selbst ein. Sie durchstreichen dabei, zuerst sich vorwärmend, den Ringspalt *w* in der Generatorwand und treten dann durch den Rost in die unten glühende, oben kälter werdende Kohlenschicht. Es bildet sich ein in der Hauptsache aus Kohlenoxyd und Wasserstoff bestehendes Gas, welches nur der Abkühlung und oberflächlichen Reinigung bedarf, um es im Motor direct zur Verbrennung bringen zu können. Das Nachwerfen neuen Brennmaterials erfolgt durch den Füllschacht *x*. Um den Eintritt der äußeren Luft in den Generator während des Nachfüllens zu verhindern, schließt man den Schacht *x* vorher durch den Schieber *y*, setzt dann den Deckel *z* wieder auf und kann dann Schieber *y* wieder öffnen.

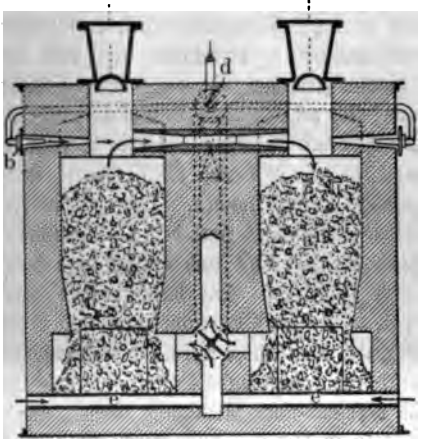
Für den Gebrauch im Motor ist das Gas zu kühlen und von mitgerissenem Staub und Aschetheilchen zu reinigen. In den Räumen *A* und *B*, welche zum Theil mit Wasser gefüllt sind, wird durch die eingefügten „Zickzackplatten“ *C* dem Gase ein langer Weg vorgeschrieben, auf dem es Gelegenheit findet, mit Wasser in Berührung zu treten und sich ausreichend abzukühlen. In den oberen Behälter *A* fließt ständig kaltes Wasser zu; ein ersichtliches Ueberlaufrohr führt das Wasser in den unteren Behälter *B* ab, von wo es ins Freie fließt. Der Kühlwasserstrom durch den Kühler ist dem Gasstrome entgegengesetzt gerichtet. Das Gas tritt zuerst in den Behälter *B* und dann in den Raum *A*, wie durch Pfeile angedeutet. Der Raum *D* hat den Zweck, aus den Kühlapparaten mitgeführtes Wasser aufzufangen und nach dem Behälter *E* hin abzuführen. Von *D* tritt das nunmehr abgekühlte und von mitgeführtem Wasser befreite Gas noch in einen Staubfänger *F*, welcher aus mehreren ineinandergeschachtelten Glocken besteht, die aus gelochtem Blech gefertigt sind;

auch hier geben Pfeile den Weg des Gases an. Schließlich gelangt das G in den Raum *H*, welcher als Vorrathsbehälter dient, von dem es die G pumpe des Motors entnimmt.

Wie bei den meisten Gasapparaten, läßt man das Feuer im Gene während der Nacht und auch bei längeren Ruhepausen nicht ausgehen, viel öffnet man nach dem Stillsetzen des Motors ein Ventil in der Oeffnung der Generatorwand, welches die Verbindung mit dem Schornsteine herstellt, wenig und läßt das Feuer langsam weiter brennen.

Nach Thwaite (D. R.-P. Nr. 15621) sind zwei Gaserzeuger a (Fig. 231) in der Weise mit einander verbunden, daß durch den einen *a* mittelst eines Dampfejectors Luft hindurchgesaugt und die Kohle zur lebhaften Verbrennung gebracht wird, während die Produkte dieser Verbrennung zusammen mit dem Ejectordampf durch die weißglühende Kohle des anderen Gaserzeugers $a^1$ hindurchgeblasen werden. Ist die Temperatur bei letzteren so weit heruntergegangen, daß der Wasserdampf durch die Kohle nicht mehr zersetzt wird, so wechselt man den Luft- und Gasdurchgang durch Umstellen der Ventile *cd* um.

Fig. 231.




Bull (D. R.-P. Nr. 28457) will einen mehrtheiligen Generator verwenden. — Gobbe[1]) will den zweitheiligen Gaserzeuger mit einem Regenerator verbinden.

Nach Berner (D. R.-P. Nr. 78452) wird in einem zweitheiligen, mit Kohle beschickten Generatorschachte durch Einblasen von Wind in der einen Schachthälfte Generatorgas erzeugt, welches nach Ueberführung in die andere Schachthälfte mit dem daselbst mittelst überhitzten Wasserdampfes erzeugten Wassergase zu Mischgas vereinigt wird. Sobald zufolge der Bildung des Halbwassergases Abkühlung der zweiten Schachthälfte eintritt, werden die Schieber umgestellt und dadurch die Wirkung der beiden Schachthälften vertauscht.

Althans (D. R.-P. Nr. 51617) will aus Kohle durch Einblasen von Luft und Dampf eine Art Mischgas erzeugen; seine Angaben[2]) bedürfen der Bestätigung.

Neuerdings empfiehlt die Gasmotorenfabrik Deutz (D. R.-P. Nr. 104577) ein Verfahren zur ununterbrochenen Erzeugung eines Heizgases aus bituminöser Kohle, bei welchem das durch starkes Einblasen von Luft (mit

[1]) D. R.-P. Nr. 75739; Fischer's Jahresber. 1895, 89. — [2]) Fischer's Jahresber. 1889, 106; 1890, 193.

oder ohne Beimischung von Wasserdampf) in die glühende Kohle erhaltene, mit Theeren beladene Heizgas durch eine glühende Koksschicht unter abermaligem Einblasen von Luft geleitet wird, um die Theere in uncondensirbare Gase zu zerlegen, gekennzeichnet durch die Zuführung von so viel Luft, daß eine genügende Verbrennung von Koks eintritt, um die Temperatur der Koksschicht auf gleicher Höhe zu erhalten, zum Zweck, ein theerfreies Heizgas in einem einzigen ununterbrochenen Strome, ohne daß Umschaltungen nöthig sind, zu erzeugen.

Fig. 232. Fig. 234.

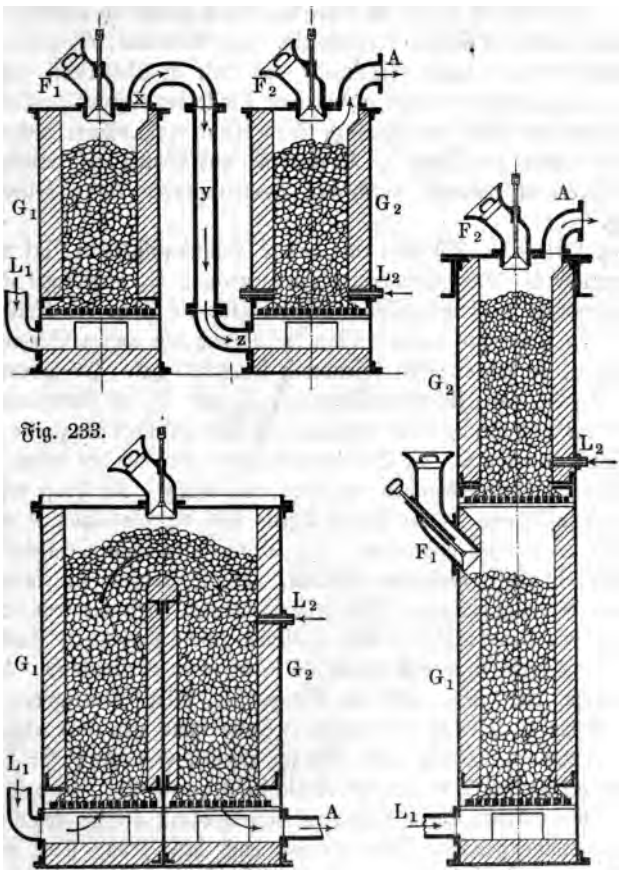



Fig. 233.

Fig. 232 zeigt zwei mit einander verbundene Generatoren $G_1$ und $G_2$, von denen der erste mit bituminöser Kohle, der zweite mit Koks (oder Anthracit) beschickt wird. Im Beharrungszustande befindet sich im ersten Generator im unteren Theile glühender Koks, darüber Kohle, im Generator $G_2$ in der ganzen Höhe des Schachtes glühender Koks. Wird nun in dem ersten Generator durch $L_1$ Luft mit oder ohne Zusatz von Wasserdampf eingeblasen, so bildet sich beim Durchziehen der Koksschicht ein aus Kohlenoxyd, Stickstoff

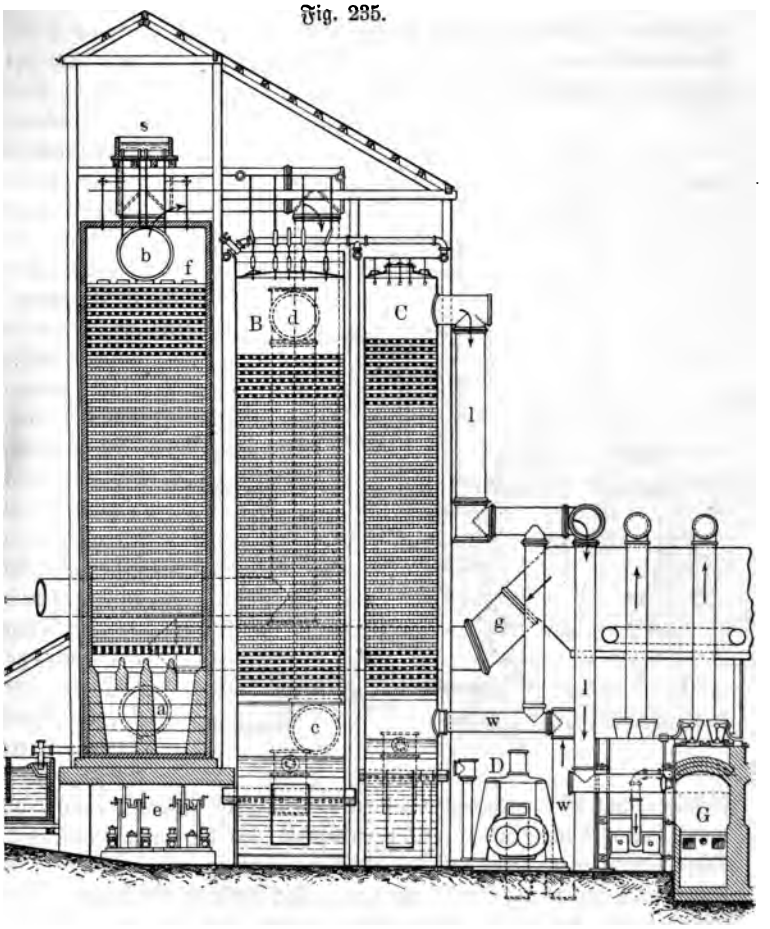
[illegible] die obere [illegible]
der Kohle [illegible]
der Koks über dem Rost
Kohle [illegible], die [illegible]
Destillationsproducte [illegible]
[illegible]ung $x$ aus dem Generator [illegible]
und die Eintrittsöffnung [illegible] unter
sie von unten nach oben durch-
gen Stelle im unteren Theile [illegible]
Im Generator $G_2$ werden nun [illegible]
[illegible]uft in Wasserstoff und Kohlen-
Theile des Ofens die Destillations-
[illegible] und Kohlensäure verbrennen, die
[illegible] und Wasserstoff reducirt werden
[illegible]austrittsstutzen $A$ zu beliebiger Ver-

[illegible]dere Ausführungsform, bei welcher der
[illegible]ngenerator $G_1$ angebracht ist, um das
[illegible]rei fällt die Asche des Koksgenerators
[illegible] kann jedoch den oberen Generator [illegible]
[illegible] Aschenfall hat. Es bedeuten [illegible]
[illegible]gen, $F_1$ und $F_2$ die Beschickungstrichter.
[illegible]g. 233 (a. v. S.) liegt der zweite Generator
[illegible]reichen aber nur den ersten von unten
[illegible] nach unten. In Folge dessen ist [illegible]
Theile und der Gasabzug $A$ im unteren
[illegible] Generatoren können einzeln aufgestellt
[illegible], oder sie können zu einem einzigen
[illegible] Generator wird wiederum mit Kohle
[illegible] nicht gezeichnete) Füllöffnungen
[illegible] betreffenden Brennstoffs. Diese Aus-
[illegible]heit, beide Generatoren mit bitu-
[illegible] Falle man mit einer einzigen Füll-
[illegible] im zweiten Generator zur Vollendung
[illegible] hergestellt. Beide Generatoren
[illegible] im oberen Theile frische Kohle. Das im
[illegible] muß heiß genug sein, um die im
[illegible] Kohle zum Glühen zu bringen und
[illegible] des zweiten Generators, unterhalb
[illegible] wird Luft zugeführt, und es ver-
[illegible] vorbeschrieben. In dem Maße
[illegible] über dem Rost sinken, wird im
[illegible] also neuer Koks gebildet.
[illegible]
[illegible] und zur Erzielung der

en Temperaturen kann man die bei $L_1$ und $L_2$ eingeführte Luft ent- vorwärmen oder andererseits an geeigneten Stellen Wasserdampf in die toren einleiten, wodurch bekanntlich unter Bildung von Wassergas Wärme en wird.

L. Mond[1]) verbindet mit der Herstellung von Mischgas die Gewinnung Ammonsulfat. Die in den Generatoren $G$ (Fig. 235 und 236)

Fig. 235.



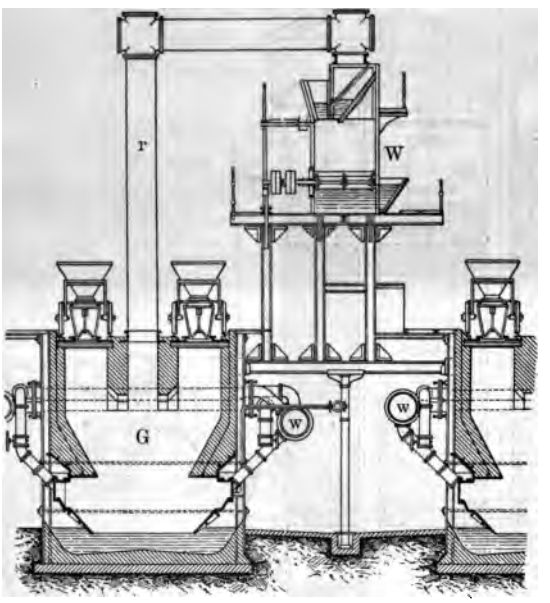

eten Gase werden durch Rohr $r$ in zum Theil mit Wasser gefüllte er $W$ geleitet, in denen das Wasser durch Schaufelräder kräftig bewegt

Dabei verdampft ein Theil des Wassers und der Sprühregen wäscht Staubtheile aus den Gasen aus, indem er zugleich das gebundene Ammo- verflüssigt. Das Wasser wird also bis zu einem gewissen Grade mit

[1]) Journ. Soc. Chem. Ind. 1889, 505.

Ammoniaksalzen gesättigt, und läuft regelmäßig eine geeignete Men
ab, um durch Destillation mit Kalk und Ammoniak verarbeitet zu
Passende Vorrichtungen an diesen Kammern gestatten das Abziehen
mählich sich ansammelnden Theeres. Die Gase, welche etwa 100° w
treten und mit einer beträchtlichen Menge Wasserdampf beladen sind
durch Rohr *g* bei *a* in einem mit durchlöcherten Backsteinen a
Thurme *S* durch Schwefelsäure, welche aus dem Behälter *s* zufließt, vo
niak befreit. Man verwendet hierfür eine 36- bis 38procentige Lö
Ammonsulfat mit Zusatz von etwas Schwefelsäure, so daß die
Flüssigkeit höchstens 2,5 Proc. freie Säure enthält; ein höherer

Fig. 236.




Säure wir
Theerprodu
wirken un
gefärbte La
ursachen.
laufende
tritt in ein
scheider *A*
welchem die
sulfatlösu
Theer bef
Der größ
der Lauge
Pumpe *e*
Behälter
gepumpt.
wisser Th
nach der B
mit einer
Menge
Theeröle, b
fernung th
Stoffe,

förmigen, mit Blei ausgelegten Pfannen, vermittelst bleierner Dampf
unter stetem Nachfüllen so weit eingedampft, bis die ganze Masse
Diese bringt man dann auf eine Ablaufvorrichtung und erhält so
Auswaschen mit wenig Wasser ein gutes, leicht verkäufliches Ammonsu
Mutterlauge, welche alle freie Säure enthält, wird zu den Coni
zurückgepumpt. — Das Gas enthält bei seinem Eintritt in diesen St
0,13 Vol.-Proc. Ammoniak, beim Austritt durch Rohr *b* kaum 0,
desselben. Das 80° warme Gas ist vollständig mit Wasserdampf ge
daß hier eine nur unwesentliche Wasserabscheidung erfolgt ist. Das
nun bei *c* in einen Condensator ein, der mit durchlöcherten Holzklötz
ist. Hier trifft es mit einem Strome kalten Wassers zusammen, w
Dampf verdichtet und ein etwa 78° warmes Wasser erzeugt. Abg

) bis 50°, tritt das Gas bei *d* in die Hauptleitung *e*, um nach den ver-
iedenen Gebrauchsplätzen hingeleitet zu werden. Das eben erwähnte heiße
asser wird zur Entfernung des Theers in ein geeignetes Gefäß geleitet und
ird dann nach einem dritten Thurme *C* gepumpt, durch welchen in ent-
gengesetzter Richtung zum Wasser ein kalter Luftstrom streicht, welcher ver-
ittelst eines Root'schen Gebläses *D* durch Rohr *w* eingetrieben und durch
ohr *l* und *w* nach den Generatoren *G* (Fig. 236) gedrückt wird. Die Luft
ird dadurch auf etwa 76° erwärmt und mit Wasser gesättigt, während das
asser den Apparat kalt genug verläßt, um in dem Scrubber *B* Verwendung
den zu können. Auf diese Weise werden dem Generator etwa zwei Drittel
s Dampfes wieder zugeführt, der ursprünglich eintrat, so daß nur ein Drittel
s ursprünglich angewandten Dampfes ersetzt zu werden braucht. Dieser
edarf wird durch den abgehenden Dampf der Betriebsmaschinen geliefert.
ie Gasgeneratoren *G* (Fig. 235 und 236) sind von rechteckigem Querschnitt
,830 × 3,660 m), so daß eine Anzahl derselben in einer Reihe aufgestellt
rden kann. Die Einführung der Luft und das Ausziehen der Asche geschieht
den beiden kürzeren Seiten des Generators. Dieselben laufen nach der
itte zusammen und sind mit Wasserverschluß versehen. Die Luft tritt unter
em Drucke von 10 cm Wasserhöhe ein. Die Asche wird unterhalb des
asserspiegels ausgezogen. Die Luft aus Rohr *w* tritt oberhalb des Wasser-
egels ein. Die Kohle fällt durch Trichter neben dem Abzugsrohre *r* ein.
wischen Rohr und Trichtern sind zwei hängende Gewölbe eine gewisse Strecke
ch unten geführt, und wird die Höhe der Kohle oberhalb der unteren Gewölbe-
ie gehalten, so daß die Destillationsproducte der frisch aufgeschütteten Kohle
wungen werden, durch bereits in voller Glut befindliche Schichten zu streichen,
durch ein großer Theil der theerartigen Producte vergast wird. Ebenso
d der beim Beschicken entstehende Kohlenstaub im Generator zurückgehalten.
rwendet wird eine gewöhnliche Sorte von Kohlengestübbe mit 33,5 Proc.
htigen Stoffen (einschließlich Wasser), 11,5 Proc. Asche und 55 Proc. nicht
htigem Kohlenstoff. Die ausgezogene Asche und Schlacke enthält noch
Proc. Kohlenstoff, wovon die Hälfte durch Ausleſen zurückgewonnen und
der zur Beschickung der Generatoren benutzt wird. Der Gesammtverlust
unverbranntem Kohlenstoff beträgt etwa 3 bis 4 Proc. der angewandten
hle. Das gewonnene Gas enthält im trockenen Zustande:

| | |
|---|---|
| Kohlensäure . . . . . | 15 Proc. |
| Kohlenoxyd . . . . . | 10 „ |
| Wasserstoff . . . . . | 23 „ |
| Kohlenwasserstoffe . . . . . | 3 „ |
| Stickstoff . . . . . | 49 „ |

Die thatsächliche Ausbeute an Ammonsulfat beträgt 32 k von 1 t Kohlen,
o 4 t Sulfat aus 125 t Kohlen. Mithin kommen auf die Gewinnung
r 1 t Ammonsulfat bei gleichbleibendem Wärmeverbrauch 6,25 t Kohlen.
eses ist ungefähr dieselbe Menge Brennstoff, welche zur Herstellung von 1 t
Blanc-Soda aufgewandt werden muß, bekanntlich ein Product von nicht
e Hälfte des Werthes des Ammonsulfates. — Nach englischen Preisen zu

richt diese Brennstoffmenge einem Werthe von 35 Mk. Dazu kommt noch die Arbeit, um die Kohlen in der beschriebenen Weise zu verbrennen, Kosten für Schwefelsäure u. dergl., so daß eine Summe von 90 bis 100 Mk. für 1 t Ammonsulfat herauskommt. Bei einem Verkaufspreise von 240 Mk. für 1 t, bleibt, selbst nach liberalen Abschreibungen auf die Anlage, ein reichlicher Nutzen. Derselbe wird allerdings durch Erhöhung der Kohlenpreise wesentlich geringer werden, und werden die Unkosten für eine kleine Anlage das Verfahren bedeutend vertheuern.

Eine Mischgasanlage nach Mond soll sich nach Ritschie[1]) für Stahlwerke [illegible]; das Gas hatte folgende Zusammensetzung:

| | I. | II. | |
|---|---|---|---|
| Kohlensäure | 17,8 | 10,5 | Proc. |
| Kohlenoxyd | 10,5 | 21,6 | „ |
| Aethylen | 0,7 | 0,4 | „ |
| Methan | 2,6 | 2,0 | „ |
| Wasserstoff | 24,8 | 17,7 | „ |
| Stickstoff | 43,6 | 47,8 | „ |

[illegible]jen Anlagekosten stehen der Ausbreitung dieses Verfahrens entgegen.

In den Mischgaserzeugern wird zwar auch die Reaction $C + O_2 = CO$ [illegible]ommen. Da aber in den heißen Kohlen $CO_2$ wieder mehr oder weniger [illegible]ndig zu CO reducirt wird, so ist diese Reaction bei der Berechnung der [illegible]asbildung nicht zu berücksichtigen. Als wärmeerzeugend bleibt also nur [illegible]eaction:

$$(2)\quad C + O = CO,$$

bei welcher nach S. 195 294 hw entwickelt werden. Wird kein Wasserdampf mit eingeführt, so dient diese Wärmemenge — soweit sie nicht durch Leitung und Strahlung des Generators verbraucht wird — dazu, das entweichende Generatorgas ($CO + N$) auf etwa 1000° zu erhitzen. Ohne die Temperatur unter die zur Wasserzersetzung erforderliche (vergl. S. 202) zu erniedrigen werden für diese etwa 100 hw nutzbar gemacht werden können.

Bei der Zersetzung von Wasserdampf mit Kohle ergiebt sich nach S. 19[illegible]

| | Wärmeentwickelung im Gaserzeuger | Brennwerth des Gases |
|---|---|---|
| (4) $C + H_2O = CO + H_2$ . . . . | −288 hw | 1264 hw |
| (5) $C + 2H_2O = CO_2 + 2H_2$ . . . | −188 „ | 1164 „ |

Demnach erfordert Reaction 4 dreimal Reaction 2, Reaction 5 [illegible] zweimal, somit:

$$(6)\quad 4C + 3O + H_2O = 4CO + H_2$$
$$(7)\quad 3C + O_2 + 2H_2O = CO_2 + 2CO + 2H_2.$$

Danach ergeben sich für 48 bezw. 36 k Kohlenstoff:

[1]) Americ. Manuf. 57, 7.

| | Menge in Cubikmetern | | Proc. Zusammensetzung | |
|---|---|---|---|---|
| | (6) | (7) | (6) | (7) |
| $CO_2$ . . . . . | — | 22,3 | — | 11,4 |
| CO . . . . . | 89,2 | 44,6 | 37,6 | 22,8 |
| H . . . . . | 22,3 | 44,6 | 9,4 | 22,8 |
| N . . . . . | 125,8 | 83,9 | 53,0 | 43,0 |
| | 237,3 | 195,4 | 100,0 | 100,0 |
| Brennwerth . . . | 3296 hw | | 2512 hw | |

1 k Kohlenstoff giebt also in beiden Fällen 69 hw; 1 cbm Gas nach 4 t einen Brennwerth bezw. auf Wasserdampf von 1389 w, nach 5 nur n 1284 w.

Die Zusammensetzung des Gases wird sich im Allgemeinen um so mehr : unter 6 angegebenen nähern, je gleichmäßiger die Temperatur auf etwa 00° gehalten wird. Ganz wird sie der unvermeidlichen Wärmeverluste des pparates wegen ohne Vorwärmung von Luft und Dampf nicht erreicht werden nen, während Gleichung 5 auch bei etwas niederer Temperatur verläuft, nn die Apparate genügend groß sind. — Nach Gleichung 2 und 4 sind nnach auf je 160 cbm Luft 18 k Wasserdampf, nach 2 und 5 sind 36 k asserdampf erforderlich; wird mehr zugeführt, so wird Wärme weggeführt, Temperatur im Generator herabgesetzt und in Folge dessen schlechtes Gas eugt. Ein Dampfstrahlgebläse erfordert zum Einführen einer bestimmten ftmenge um so mehr Dampf, je größer der zu überwindende Widerstand ist. ieser hängt aber ab von der Beschaffenheit der Rohrleitungen, der Kohlenicht, den Reinigern u. s. w. Das Verhältniß zwischen Luft und Dampf chselt auch, wenn beim Heben der Gasometerglocke der Dampf gedrosselt wird b hängt noch besonders vom Dampfdruck und von der Construction des bläses ab, alles Umstände, welche die gleichmäßige Lieferung eines guten ises in Frage stellen können. Viel sicherer, wenn auch nicht so bequem, rde die gesonderte regelbare Einführung von Preßluft und Wasserdampf oder ter Umständen Absaugen des Gases sein.

Könnte im Gaserzeuger fast sämmtliche Wärme (durch Vorwärmung von ft und Dampf) nutzbar gemacht werden[1]), so könnte für zweimal Reaction 2, eimal Reaction 4 und dreimal Reaction 5 erreicht werden:

(8) $$4\,C + O_2 + 2\,H_2O = 4\,CO + 2\,H_2$$

(9) $$5\,C + O_2 + 6\,H_2O = 3\,CO_2 + 2\,CO + 6\,H_2.$$

Danach ergeben sich für 48 bezw. 60 k Kohlenstoff:

| | Menge in Cubikmetern | | Proc. Zusammensetzung | |
|---|---|---|---|---|
| | (8) | (9) | (8) | (9) |
| $CO_2$ . . . . . | — | 66,9 | — | 20,3 |
| CO . . . . . | 89,2 | 44,6 | 41,1 | 13,6 |
| H . . . . . | 44,6 | 133,8 | 20,4 | 40,7 |
| N . . . . . | 83,5 | 83,5 | 38,5 | 25,4 |
| | 217,3 | 328,8 | 100,0 | 100,0 |

[1]) Vergl. Zeitschr. f. angew. Chem. 1893, 509; 1894, 88.

Es sollte also möglichst dahin gestrebt werden, die Wärme der abziehenden Gase zur Vorwärmung des Luft-Dampfgemisches zu verwerthen.

Aus Anthracit hergestelltes Mischgas riecht stark, so daß Zuführung von Mercaptan oder dergleichen nicht erforderlich ist. Trillich stellte wiederholt Versuche an auf die Empfindlichkeit des Geruches, des Palladiumchlorürpapieres und des Bleipapieres, letzteres als Reagens auf Schwefelwasserstoff, indem er in ein Zimmer mit der Gasuhr gemessene Gasmengen ausströmen ließ und die Luft mit Wedeln rasch durchmischte. Bei einer Ausströmung von 0,2 pro Mille Gas = 0,04 pro Mille Kohlenoxyd war sofortiger deutlicher Gasgeruch bemerkbar, bei einer Ausströmung von 0,5 pro Mille Gas = 0,1 Proc. Kohlenoxyd war der „Gasgeruch“ intensiv, erst nach 25 Minuten aber traten schwache Reactionen an den Papieren ein. Bei einer Ausströmung von 2 pro Mille Gas = 0,4 pro Mille Kohlenoxyd war der „Gasgeruch“ betäubend, das Bleipapier in 10 Minuten stark gebräunt, das Palladiumpapier schwach grau. Bei künstlicher Beleuchtung steht die Sache noch viel schlimmer, so daß der Geruch viel schärfer und rascher Gasausströmungen nachweist als jedes chemische Reagens, insbesondere Palladiumchlorürpapier. Immerhin wird man dort, wo Gas erzeugt oder verwendet wird, für kräftige Lüftung sorgen müssen, so insbesondere das Gashaus mit Dachreitern mit Klappen versehen, damit ausströmendes Gas oben abziehen kann (vergl. S. 247).

Für kleinere Anlagen ist die Reinigung eines Gases von theerigen Stoffen sehr lästig, so daß diese meist Anthracit oder Koks vorziehen. Für größere Anlagen würde die Abscheidung des Theers verhältnißmäßig einfacher sein, so daß diese in vielen Fällen Steinkohlen, selbst Gaskohlen verwenden könnten. Das Gas würde dann wesentlich mehr Methan und auch etwa 0,5 Proc. schwere Kohlenwasserstoffe enthalten, somit werthvoller sein.

Mischgas wird schon jetzt in sehr großen Mengen zum Betreiben der Gaskraftmaschinen verwendet und ersetzt mehr und mehr den Dampfmaschinenbetrieb. Große Mischgaskraftmaschinen erfordern für ein Stundenpferd nur 0,5 bis 0,6 k Anthracit, während Dampfmaschinen meist die doppelte Kohlenmenge erfordern. Mischgas wird ferner verwendet zum Heizen von Trocken- und Röstvorrichtungen u. dergl. [1]).

Der Mischgasbetrieb ist ebenso einfach, als der der Generatoren, die Wärmeausnutzung ebenso günstig als die des Wassergasverfahrens (S. 223); über das Dellwik-Fleischer'sche Verfahren sind die Ansichten noch getheilt. In nachstehender Tabelle sind des besseren Vergleiches wegen die Ausbeuten von Koksgeneratorgas und Wassergas auf denselben Koks berechnet.

---

[1]) Fischer's Jahresber. 1893, 120.

| | Leuchtgas | Wassergas | | Mischgas | Generatorgas | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Generator | Wassergas | | aus Kohle | aus Koks | |
| | | | | | | ohne Wasser | mit Wasser |
| Kohlenwasserstoffe . . . | 3,8 | 0 | 0 | 0 | — | 0 | 0 |
| . . . . . | 36,0 | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 1,9 | Spur | 0,4 |
| ff . . . . . | 48,0 | 2,3 | 48,6 | 18,4 | 6,5 | 1,9 | 14,0 |
| yd . . . . . | 8,0 | 28,5 | 44,0 | 26,6 | 23,7 | 29,4 | 26,0 |
| ure . . . . . | 1,4 | 4,0 | 3,3 | 7,2 | 5,3 | 2,0 | 6,9 |
| . . . . . | 2,8 | 64,9 | 3,7 | 47,0 | 62,6 | 66,7 | 52,8 |
| rth von 1 cbm Gas . . | 5300 | 950 | 2630 | 1345 | 1050 | 950 | 1190 |
| e giebt Cubikmeter Gas . | 0,3 | 3,13 | 1,13 | 4,8 | 4,52 | 5,0 | 4,77 |
| snutzung . . . . . | 20 | 42 | 43 | 83 | 60 | 68 | 80 |
| | | 85 | | | | | |

# Generatorgas.

Als Vorläufer der Gasfeuerungen ist der „fulen heintzen“ bei Brunschwyk[1]) zu bezeichnen. Eingehender beschreibt dieselbe Vorrichtung Ph. Ulstadius[2]) als „faulen Heintzen“ oder Furnus Accidiosus, während G. Ryff[3]) eine etwas abgeänderte Form beschreibt. Nach Ulstadius wurde das Thonrohr in der Mitte des Ofens mit Kohlen gefüllt gehalten, welche in dem Maße, als sie in den einzelnen Feuerungen verbrannten, nachrutschten. Die Lufteintritt- und Rauchauslaßöffnungen wurden durch Schieber (oder bei Ryff durch eingesetzte Steine) geregelt.

Der erste eigentliche Generator scheint von Bischof im Jahre 1839 entworfen zu sein[4]). Dann traten Schinz u. A.[5]), sowie Siemens[6]) erfolgreich für die Gasfeuerungen ein.

Theorie. Während bei gewöhnlichen Feuerungen eine möglichst vollständige Verbrennung, $C + O_2 = CO_2$, erforderlich ist, muß für Gaserzeuger zur Vergasung von Kohlenstoff (Koks u. dergl.) durch Sauerstoff bezw. atmosphärischer Luft die Reaction:

$$C + O = CO$$

angestrebt werden, wodurch, bei vollständiger Durchführung im Generator, für je 12 k Kohlenstoff 294 hw[7]) frei werden, während das erzeugte Generatorgas einen Brennwerth von 682 hw hat. Dabei geben 12 k Kohlenstoff mit 53,1 cbm atmosphärischer Luft 44,2 cbm Generatorgas folgender Zusammensetzung:

| | |
|---|---|
| Kohlenoxyd . . . . . | 34,7 Proc. |
| Stickstoff . . . . . | 65,3 „ |

1 cbm reines Generatorgas hat somit einen Brennwerth von 1060 w (vergl. S. 195). Je unvollkommener die Generatorgasbildung ist — zu geringe

---

[1]) H. Brunschwyk, Ars distillandi de compositis (Straßburg 1509), S. 32. — [2]) Ph. Ulstadius, L Oelum Philosophorum (Straßburg 1536), S. 4. — [3]) G. Ryff, Das new groß Destillierbüch (Frankfurt 1545), S. 22. — [4]) Bischof, Die höchste Nutzung der rohen Brennstoffe (Quedlinburg 1848). — [5]) Dingler's polyt. Journ. 166, 270; 167, 283 u. 439; 176, 17; 182, 216; 183, 25; 202, 417; 203, 11 u. 14. — [6]) Siemens, Regenerativ-Gasöfen (Dresden 1869). Vergl. Jahresber. d. chem. Technologie 1862, 732; 1863, 764; 1864, 727; 1865, 772; 1866, 734. — [7]) 1 hw = Hektowärmeeinheit = 100 w.

ichthöhe, niedrige Temperatur (S. 199) —, um so mehr nähert sich die etzung der Reaction $C + O_2 = CO_2$, um so geringer wird der Brenn- h des Gases.

Würde man statt atmosphärischer Luft eine an Sauerstoff reichere Luft de's flüssige Luft[1]) oder reinen Sauerstoff verwenden, so würde man aller- s ein an Kohlenoxyd reicheres Gas bezw. reines Kohlenoxyd erhalten; bei heutigen Preisverhältnissen erscheint das ausgeschlossen.

In den meisten Gaserzeugern verwendet man nicht Koks, sondern Kohlen. diesen werden die Kohlen erst entgast, dann durch den zugeführten Luft- rstoff vergast, so daß man ein Gemisch von Leuchtgas mit Koksgenerator- erhält. Je nach Art der verwendeten Kohle und den Betriebsverhältnissen ie Zusammensetzung des Gases verschieden.

Blochmann[2]) leitete Leuchtgas durch eine auf 900 bis 1000° erhitzte re. Dasselbe hatte vor (I.) und nach (II.) dem Erhitzen folgende Zu- mensetzung:

| | I. | II. |
|---|---|---|
| H | 49,57 | 61,96 |
| $CH_4$ | 36,92 | 30,49 |
| CO | 5,63 | 5,26 |
| $C_2H_4$ | 3,92 | 1,26 |
| $C_4H_8$ | 2,99 | 0,17 |
| $(C_2H_2)$ | 0,06 | 0,11 |
| N | 0,97 | 0,86 |

Somit zerfallen die schweren Kohlenwasserstoffe in Wasserstoff, unter heidung von Kohlenstoff, Naphtalinbildung u. dergl. Diese Zersetzungen n besonders ein, wenn der Generator ohne Einleitung von Wasserdampf hrt, somit bei verhältnißmäßig hoher Temperatur gearbeitet wird.

Ferner wird ein Theil des Leuchtgases zersetzt, indem Kohlen, bevor sie ast sind, bereits von dem zugeführten Sauerstoff getroffen und so das Gas weise verbrannt wird. Bei der unvollständigen Verbrennung von Leucht- (zurückgeschlagene Bunsenbrenner) fand z. B. Blochmann folgende Zu- nensetzung der Gasgemische:

| | vor der Verbrennung | nach der Verbrennung |
|---|---|---|
| H | 19,91 | 9,14 |
| $CH_4$ | 14,82 | 13,49 |
| CO | 2,26 | 4,64 |
| $C_2H_2$ | — | 0,75 |
| $C_2H_4$ | 1,57 | 0,63 |
| $C_4H_8$ | 1,20 | 0,26 |
| N | 46,54 | 46,54 |
| O | 12,25 | — |
| $CO_2$ | 0,45 | 3,02 |
| $H_2O$ | 1,00 | 17,33 |
| | 100,00 | 95,80 |

[1]) Ferd. Fischer, Handb. d. chem. Technologie. 4. Aufl. (Leipzig 1900), 83. — [2]) Liebig's Ann. 173, 167; vergl. Wagner's Jahresber. 1859, 671.

Ferner zeigte Leuchtgas, mit unzureichenden Mengen atmosphärischer Luft gemischt (I.), nach dem Durchleiten durch ein glühendes Platinrohr die unter II. angegebene Zusammensetzung:

| | I. | II. |
|---|---|---|
| Benzol | 0,25 | 0,19 |
| Propylen | 0,29 | 0,31 |
| Aethylen | 0,78 | 0,30 |
| Methan | 13,65 | 12,54 |
| Wasserstoff | 20,41 | 0,57 |
| Kohlenoxyd | 1,55 | 3,12 |
| Kohlensäure | 0,54 | 1,37 |
| Stickstoff | 49,68 | 49,68 |
| Sauerstoff | 12,85 | — |
| Wasser | — | 22,47 |

Somit werden die schweren Kohlenwasserstoffe, namentlich aber der Wasserstoff oxydirt. Daraus erklärt sich, daß der Gehalt der Generatorgase an schweren Kohlenwasserstoffen meist sehr gering ist (etwa 0,2 Proc.).

Die Vorgänge im Generator sind daher sehr verwickelter Natur, welche erst zum Theil bekannt sind, so daß es jedenfalls besser ist, durch sorgfältige Gas- und Kohlenanalysen weiteres Material zur Beurtheilung dieser Fragen zu sammeln, als gewagte Hypothesen aufzustellen (vergl. S. 347).

Die Gase aus dem Sammelcanal von acht Siemens'schen Generatoren in Essen hatten nach Analysen des Verf.[1]) z. B. folgende proc. Zusammensetzung:

| | I. | II. | III. | IV. | V. | Mittel | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $CO_2$ | 6,99 | 5,50 | 5,89 | 3,96 | 4,04 | 5,3 | |
| CO | 22,84 | 26,01 | 22,61 | 24,02 | 23,01 | 23,7 | 30,9 |
| $CH_4$ | 2,99 | 2,46 | 1,39 | 1,63 | 0,92 | 1,9 | |
| H | 10,30 | 8,02 | 5,50 | 4,83 | 3,92 | 6,5 | |
| N | 56,88 | 58,01 | 64,61 | 65,56 | 68,11 | 62,6 | |

1 cbm dieser Gase enthielt somit $0{,}309 \cdot 0{,}5395 = 0{,}1667$ k Kohlenstoff (vergl. Bd. I, S. 139).

Die Menge des gebildeten und in der Leitung abgeschiedenen Theers konnte hier nicht bestimmt werden, doch wird der hierdurch und durch die entfernte Asche bewirkte Verlust rund 4 Proc. Kohlenstoff betragen, so daß von 1 k Kohle folgender Zusammensetzung:

| | |
|---|---|
| Kohlenstoff | 79,4 Proc. |
| Wasserstoff | 4,3 „ |
| Stickstoff | 1,1 „ |
| Schwefel | 0,6 „ |
| Sauerstoff | 7,2 „ |
| Asche | 5,8 „ |
| Wasser | 1,6 „ |

nur 0,754 k Kohlenstoff in das Gas übergingen. 1 k Kohle gab somit $0{,}754 : 0{,}1667 = 4{,}52$ cbm Gas. Da 1 Vol. Methan 2 Vol. Wasserstoff enthält, so enthalten die 4,52 cbm Gase:

$$(0{,}038 + 0{,}065) \cdot 4{,}52 = 0{,}466 \text{ cbm Wasserstoff.}$$

[1]) Fischer's Jahresber. 1887, S. 164.

Davon lieferten die 0,034 k sogenannten freien Wasserstoffs der Kohle 379 cbm, oder für 1 cbm Gas 0,084 k, d. h. 8,4 Proc. Wasserstoff. Die lenden 1,9 Proc. sind von der zersetzten Luftfeuchtigkeit geliefert. 1 cbm ses Gases hatte einen Brennwerth von:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| für | 0,237 cbm | CO | = | 723 w |
| „ | 0,019 „ | $CH_4$ | = | 162 „ |
| „ | 0,065 „ | H | = | 168 „ |
| | | | | 1053 w, |

mit die 4,52 cbm 4760 w, während die verwendete Kohle einen Brennwerth n 7950 w (Wasserdampf von 20°) hatte. Das Gas, auf Lufttemperatur gekühlt, enthielt somit nur 60 Proc. des Brennwerthes der Kohle, die rige Wärme war zur Erhitzung des Gases verwendet. Thatsächlich ergab calorimetrische Temperaturbestimmung (mit Platincylinder; vergl. Bd. I, . 620) der aus den Generatoren in die Hauptgasleitung tretenden Gase 0°, am Ende der Leitung, unmittelbar vor den Schweißöfen aber (mit ueckſilberthermometer) nur 101°.

Man giebt also hier nicht nur die bedeutenden Wärmemengen verloren, lche die freiliegenden Generatoren durch Leitung und Strahlung abgeben, ndern auch noch etwa 850 w für je 1 k Kohle, welche die lange Leitung ab- bt, während nur fast 140 w von der Eigenwärme des Gases der Feuerung geführt werden, zusammen also 4900 w. Dieser freiwillige Verlust kann rch die Vereinfachung und die größere Gleichmäßigkeit des Betriebes aus- glichen werden, wo die Kohlen billig sind (vergl. S. 289).

Die Gase aus den Siemens'schen Gasgeneratoren der Nienburger Glas- tte hatten im Mittel (im Jahre 1883) folgende Zusammensetzung:

| | |
|---|---|
| Kohlensäure | 6,06 Proc. |
| Kohlenoxyd | 21,58 „ |
| Methan | 2,91 „ |
| Wasserstoff | 5,66 „ |
| Stickstoff | 63,79 „ |

1 cbm dieses Gases hatte ebenfalls einen Brennwerth von 1050 w. Die ase kühlten sich in der langen Leitung auf 110° ab.

Stöckmann[1]) fand in den Gasen zweier Generatoranlagen der Hütte hönix durch Gewichtsanalyse Volumprocente:

| | I. | II. |
|---|---|---|
| Kohlensäure | 7,35 | 7,43 |
| Kohlenoxyd | 19,79 | 18,81 |
| Methan | 1,13 | 2,04 |
| Wasserstoff | 5,24 | 5,54 |
| Stickstoff | 60,82 | 62,57 |
| Wasserdampf | 5,67 | 3,61 |

Die für das Gas verwendete Kohle enthielt wasser- und aschefrei:

| | |
|---|---|
| Kohlenstoff | 83,60 Proc. |
| Wasserstoff | 5,08 „ |
| Sauerstoff und Stickstoff | 11,32 „ |

[1]) Stöckmann, Die Gase des Hochofens und der Siemens-Generatoren uhrort 1876), S. 39.

1 cbm des ersten Gases hatte somit nur 835 w Brennwerth, so daß sich hier die Rechnung noch viel ungünstiger stellt.

Bei der vollkommenen Generatorgasbildung (S. 274) werden 294 hw frei, welche dem entweichenden Gase eine Temperatur von etwa 1000° ertheilen. Wo daher das Gas nicht mit dieser hohen Temperatur verwendet werden kann, ist es vortheilhaft, diese Wärme so viel als möglich zur Gasbildung nach Gleichung [illegible] oder [illegible] (S. 195) zu verwenden. Diese Reactionen erfordern aber eine Temperatur von annähernd 900 bis 1000°, welche daher im Generator zu erhalten ist. Hierzu sind aber rund 190 hw erforderlich, so daß nur etwa [illegible] hw verfügbar bleiben, welche zur Wasserzersetzung verwendet werden können wie S. 271 besprochen:

$$[illegible] + H_2O = CO + H_2$$
$$[illegible] + 2H_2O = CO_2 + 2H_2.$$

Das erste Gas besteht außer Stickstoff aus 50 Proc. Kohlenoxyd und [illegible] Proc. Wasserstoff, das zweite aus 33,3 Proc. Kohlensäure und 66,7 Proc. Wasserstoff. Bei der Verbrennung erhält man aber:

$$[illegible] + H_2 + O_2 = CO_2 + H_2O$$
$$[illegible] + 2H_2 + O_2 = CO_2 + 2H_2O,$$

somit von [illegible] Gas doppelt so viel Wasser, welches dampfförmig mit den Verbrennungsgasen entweicht und daher erhebliche Wärmeverluste bedingt. Auch wenn die Bestellung des Wasserdampfes nichts kosten sollte, kommt die hohe [illegible] Wärme des Wasserdampfes zur Geltung (S. 197), so daß die Zersetzung nach [illegible] dann anzustreben ist, wenn man die Kohlensäure aus dem Gas [illegible] kann.

Die Zersetzung von Wasserdampf kommt bei jedem Generator in Frage, da die [illegible] stets Wasserdampf enthält. Man hatte [illegible] das durch Einlassen von Wasser in den Aschenfall, namentlich [illegible] und Mauerwerk des Generators geschont werden [illegible] Schlacke erleichtert wird. In Folge dessen wird [illegible] Generatoren sehr oft Wasser oder Wasserdampf gefüllt.

Ist der [illegible] in der Retortenofen eingebaut, so ist mit dieser [illegible] Wärmeverlust verbunden, der um so größer [illegible] die Verbrennungsgase entweichen. Je [illegible] Wasserdampf [illegible] zersetzt werden, entziehen demselben nach Gleichung [illegible] hw [illegible] hw (S. 195), welche der entstehende [illegible] wieder mehr entwickelt, das [illegible] Dampf von 1000° rund 200 hw, bei Anwendung von [illegible] Regeneratoren mit 500° immer noch rund [illegible] hw. Ob [illegible] Vortheile ausgeglichen wird, hängt von [illegible] Allgemeinen wird dieses nicht der Fall sein. [illegible] Wasserdampf durch die sonst verloren [illegible] Wärme [illegible] Verbrennungsgase erzeugt, so wird dieser [illegible] verschwinden, wenn der

kostenlos erzeugte Wasserdampf mit der Temperatur eingeführt würde, mit welcher die Verbrennungsgase die Anlage verlassen, was wohl kaum ausführbar ist.

So hatten z. B. nach den im Jahre 1879 und 1883 ausgeführten Versuchen des Verf.[1]) die Gase aus einem Klönne'schen Koksgenerator ohne (I) und dann mit Einführung von Wasserdampf (II) im Mittel folgende Zusammensetzung:

| | I. | II. |
|---|---|---|
| Kohlensäure | 2,0 | 6,9 |
| Kohlenoxyd | 29,4 | 26,0 |
| Methan | Spur | 0,4 |
| Wasserstoff | 1,9 | 14,0 |
| Stickstoff | 66,7 | 52,8 |

1 k Koks mit 92,7 Proc. Kohlenstoff gab im ersten Falle 5,47 cbm Gas mit einem Brennwerthe von 5175 w oder 69 Proc., im zweiten 5,15 cbm mit 6120 w = 82 Proc. Die Wärme, welche letzteres Gas bei der Verbrennung mehr liefert, ist aber im Generator durch die Zersetzung des Wassers gebunden, so daß die Temperatur der Gase beim Eintritt in den unmittelbar über dem Generator liegenden Retortenofen entsprechend weniger heiß ist. Da aber die Gase mit 600° in den Schornstein gingen, so betrug der Wärmeverlust für je 1 k Koks durch den Wasserdampf 150 w mehr, als beim ersten Generator.

Andere Durchschnittsanalysen von Koksgeneratorgasen mit Zuführung von Wasserdampf vom Verf.[2]) ergaben:

| | I. | II. |
|---|---|---|
| $CO_2$ | 6,05 | 8,61 |
| CO | 25,82 | 22,40 |
| $CH_4$ | 0,65 | 0,90 |
| H | 9,42 | 14,22 |
| N | 58,06 | 53,87 |

Viel günstiger stellt sich dagegen die Sache, wenn der Generator von der Verwendungsstelle entfernt liegt, so daß ein mehr oder weniger großer Theil der Eigenwärme des erzeugten Gases an die Umgebung verloren geht. Wird das Gas vor der Verwendung auf Lufttemperatur abgekühlt, so erscheint dieser höhere Brennwerth desselben zunächst als unmittelbarer Gewinn, derselbe wird aber um so geringer, mit je höherer Temperatur die Verbrennungsgase entweichen und je geringer die Abkühlung des Generatorgases ist.

Die Einführung von Wasserdampf in die Generatoren ist somit keineswegs allgemein zu empfehlen, da sie in den meisten Fällen mit Wärmeverlust verbunden ist; ob dieser durch die sonstigen Bequemlichkeiten ausgeglichen wird, hängt, wie gesagt, von örtlichen Verhältnissen ab.

Die Vergasung des Kohlenstoffs durch Einführung von Kohlensäure ($C + CO_2 = 2\,CO$) ist wichtig als Nebenreaction, um im Generator die gebildete Kohlensäure sofort in Kohlenoxyd überzuführen.

---

[1]) Fischer's Jahresber. 1883, 1263. — [2]) Das. 1885, 1266

Fr. Siemens[1]) will die Kohlensäure der Verbrennungsgase in dieser Richtung verwerthen. Wenn also bei der bisherigen Siemens-Feuerung die Verbrennungsgase durch zwei Wärmespeicher abgeführt werden, während in den beiden anderen durch die in der Steinfüllung aufgespeicherte Wärme Generatorgas und Luft vorgewärmt werden, entweicht bei der neuen Einrichtung etwa die Hälfte der Verbrennungsgase durch den Wärmespeicher für Luft, die andere Hälfte wird in den Generator geblasen. Eine derartige Anlage ist nach Head und Pouff[2]) in den Pather Iron and Steel-Werken in Wisham seit einiger Zeit im Betriebe. Die aus den mit Füllvorrichtung $F$ (Fig. 237 bis 241) versehenen Generatoren $B$ entwickelten Gase entweichen bei $C$, gehen durch die offene Klappe $D'$ in den Raum $G_1$, treffen bei $hg'$ mit der im Wärmespeicher $A'$ erwärmten, durch Canal $K'$ und Oeffnung $H'$ zutretenden Luft zusammen, die Flamme durchzieht den Schmelzofen $E$, die Verbrennungsgase entweichen bei $hg$ theils bei $H$ durch Canal $K$ und Wärmespeicher $A$, theils werden sie vom Raume $G$ aus durch das Strahlgebläse $I$ bei $L$ unter den Rost $N$ des Generators geblasen, dessen Aschenfallthür $Q$ geschlossen ist. Nach einiger Zeit wird bei $J$ und $D$ umgesteuert und die Gase nehmen den umgekehrten Weg. Die Verbrennungsgase sollen angeblich bestehen aus:

| | |
|---|---|
| Kohlensäure . . . . . | 17 Proc. |
| Sauerstoff . . . . . | 2 „ |
| Stickstoff . . . . . | 81 „ |

Das Generatorgas — bei Verwendung von Wisham-Nußkohle:

| | |
|---|---|
| Kohlensäure . . . . . | 4,6 Proc. |
| Kohlenoxyd . . . . . | 23,0 „ |
| Wasserstoff (ges.) . . . . . | 17,4 „ |
| Kohlenstoffdampf . . . . . | 1,5 „ |
| Sauerstoff . . . . . | 0 „ |
| Stickstoff . . . . . | 53,5 „ |

Die zum Zerlegen der Kohlensäure erforderliche Wärme (388 hw) muß hier als freie Wärme zugeführt werden. Verf. zeigte bereits früher[3]), daß dieses Verfahren ohne gleichzeitige Einführung von Sauerstoff bezw. Luft überhaupt nicht ausführbar ist.

Bei Miteinführung von reiner Kohlensäure könnte man auf $4(C + 0)$ nur $1\,CO_2$ verwenden:

$$5\,C + 2\,O_2 + CO_2 = 6\,CO.$$

Das erzeugte Gas hätte demnach folgende Zusammensetzung:

| | | |
|---|---|---|
| Kohlenoxyd . . . . . | 133,8 cbm | 44,3 Proc. |
| Stickstoff . . . . . | 167,8 „ | 55,7 „ |
| | 301,6 cbm | |

60 k Kohlenstoff geben somit 301,6 cbm Gas von 4080 hw, entsprechend 84 Proc. Ausnutzung; die Beschaffenheit von Kohlensäure für Gaserzeugung

[1]) Engl. Pat. 1889, Nr. 4644; vergl. D. R.-P. Nr. 69 651, 72 891 u. 72 899. Fischer's Jahresber. 1890, 189; 1894, 83. — [2]) Journ. Soc. Chem. Ind. 1889, 766. — [3]) Fischer's Jahresber. 1890, 190.

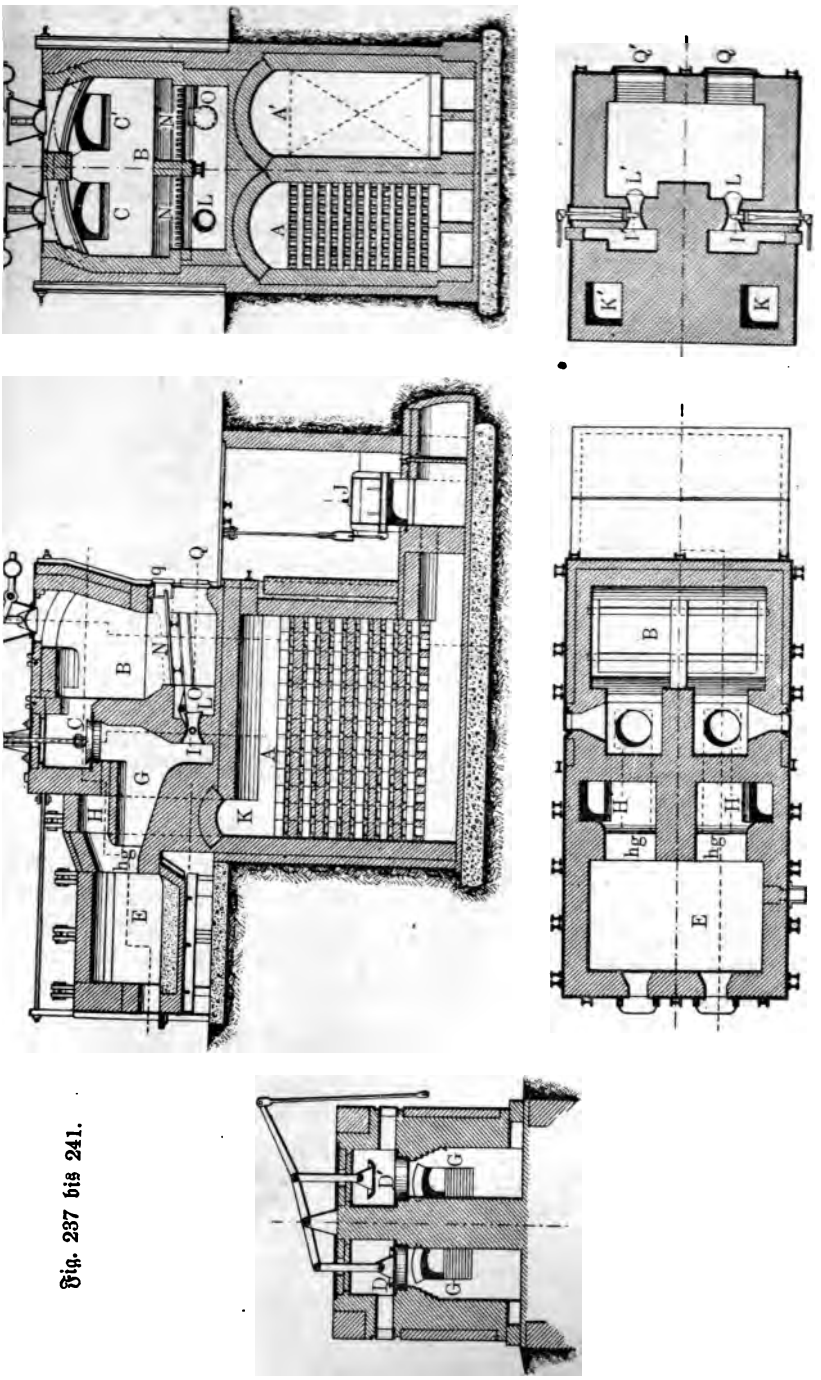



Fig. 237 bis 241.

kann daher nicht lohnend sein. Siemens führt mit 22,3 cbm Kohlensäure etwa 90 cbm Stickstoff ein. Das Gas würde daher folgende Zusammensetzung haben:

| | | |
|---|---|---|
| Kohlenoxyd . . . . . | 133,8 cbm | 34,2 Proc. |
| Stickstoff . . . . . | 257,8 „ | 65,8 „ |
| | 391,6 cbm | |

Thatsächlich wird man ohne starke Vorwärmung der Gase diese Zusammensetzung nie erreichen können, da die Erhitzung der 90 cbm Stickstoff auf die Temperatur des Gaserzeugers (1000°) 270 hw erfordert, so daß weit über die Hälfte der verfügbaren Wärme hierzu verbraucht würde. 54 k Kohlenstoff würden daher günstigstenfalls liefern können:

| | | |
|---|---|---|
| Kohlenoxyd . . . . . | 111,5 cbm | 34,4 Proc. |
| Stickstoff . . . . . | 212,8 „ | 65,6 „ |
| | 324,3 cbm | |

von 3400 hw Brennwerth, entsprechend nur 78 Proc. Ausnutzung. Bezüglich Ausnutzung der Kohle im Gaserzeuger stellt sich daher die Vergasung durch Einführung von Wasserdampf entschieden günstiger als die Verwendung von kohlensäurehaltigen Verbrennungsgasen.

Die Reaction $C + CO_2 = 2\,CO$ erfordert 388 hw; die 22,3 cbm Kohlensäure sind mit rund 90 cbm Stickstoff gemischt, zusammen also 112 cbm Verbrennungsgase. Nimmt man die specifische Wärme derselben über 1000° selbst zu 0,4 an (vergl. S. 197), so würden die Gase 900° heißer dem Generator zugeführt werden müssen, als zur Reaction erforderlich ist, also mit etwa 1900°, was doch praktisch unausführbar ist. Siemens bläst gleichzeitig Wasserdampf ein, dessen Erhitzung und Zersetzung ebenfalls erhebliche Wärmemengen erfordert. Ohne Luftzufuhr ist dieses Verfahren somit ganz unmöglich. Die Reaction

$$2\,C + CO_2 + H_2O = 3\,CO + H_2$$

erfordert 676 hw. Würden nun die Verbrennungsgase mit 1400° zum Generator geführt, so liefern diese 179 hw, während die Erhitzung des Wasserdampfes auf 1000° 88 hw erfordert. Es würden also noch etwa 590 hw durch die Reaction $C + O = CO = 294$ hw zu decken sein. Nehmen wir nun den günstigsten Fall, die Luft könnte mit etwa 1200° zugeführt werden, so hätte man

$$4\,C + CO_2 + H_2O + O_2 = 5\,CO + H_2,$$

somit für 48 k Kohlenstoff 112 cbm Verbrennungsgase, 18 k Wasserdampf und 106 cbm atmosphärische Luft das gebildete Gas:

| | | |
|---|---|---|
| CO . . . . . | 111,5 cbm | 36,3 Proc. |
| H . . . . . | 22,4 „ | 7,3 „ |
| N . . . . . | 173,1 „ | 56,4 „ |
| | 307,0 cbm | |

Brennwerth von 1 cbm Gas = 1295 w.

Selbst das unter so günstigen Umständen erhaltene Gas stellt sich sonach erheblich ungünstiger als das nur mit Wasserdampf erzielte, S. 279; that-

sächlich wird das Ergebniß der unvermeidlichen Wärmeverluste wegen noch schlechter sein. — Die Einführung von Verbrennungsgasen in die Gaserzeuger ist daher in jeder Beziehung eine Verschlechterung, das Streben der großen Stickstoffmengen immer mit großen Wärmeverlusten verbunden. Wenn (wie in Reclamen behauptet wird) durch dieses Verfahren wirklich 50 Proc. Brennstoffersparung gegen früher erzielt werden sollte, so würde dieses nur beweisen, daß die früheren Anlagen noch um so viel schlechter waren.

Anhangsweise möge noch erwähnt werden die Regenerirung der Hochofengase, welche von J. v. Ehrenwerth[1] empfohlen wurde. Dieselbe stellt sich insofern etwas günstiger wie die Verwendung von Verbrennungsgasen, als jene bereits viel Kohlenoxyd enthalten. Ehrenwerth übersieht aber bei seinen Berechnungen, daß in dem von ihm beschriebenen Gaserzeuger annähernd 1000° erforderlich sind. Angenommen, das Gichtgas habe die dort angegebene Zusammensetzung (abgerundet):

| | |
|---|---|
| $CO_2$ | 16 Proc. |
| CO | 23 „ |
| H | 3 „ |
| N | 58 „ |

so würden zur Ausführung der Reaction

$$C + CO_2 = 2\,CO$$

auf 12 k Kohlenstoff 140 cbm Gichtgase erforderlich sein, oder bei der von Ehrenwerth vorgeschlagenen $^2/_3$-Reduction rund 200 cbm. Um diese auf etwa 1000° zu erhitzen, sind rund 430 bezw. 600 hw erforderlich; letzterer Vorschlag ist demnach ungünstiger als die vollständige Regenerirung. Es sei daher nur diese angenommen, als Wärmeverlust nur 500 hw (Ehrenwerth selbst nimmt 30 Proc. an), so würde auf obige Gleichung dreimal Gleichung 2 erforderlich sein:

$$4\,C + 3\,O + CO_2 = 5\,CO.$$

48 k Kohlenstoff geben dann:

| | CO | N | H |
|---|---|---|---|
| $3\,C + 3\,O$ = | 66,9 | 125,9 | — |
| Gichtgase = | 76,8 | 81,2 | 4,2 |
| | 143,7 | 207,1 | 4,2 |

somit 355 cbm Gas folgender Zusammensetzung:

| | |
|---|---|
| CO | 40,5 Proc. |
| H | 1,2 „ |
| N | 58,3 „ |

Brennwerth von 1 cbm Gas = 1266 w gegen 778 w für 1 cbm Gichtgas. Die 355 cbm Gas haben einen Brennwerth von rund 4500 hw, die 48 k Kohlenstoff von 3880 hw; die 140 cbm Gichtgase hatten 1090 hw, von denen also nur 620 hw ausgenutzt wurden. Praktisch wird sich die Sache noch wesentlich ungünstiger stellen, so daß dieses Verfahren nur da in Frage

[1] Fischer's Jahresber. 1884, 1300.

kommen kann, wo die Hochofengase sonst ungenutzt verloren gehen, während gutes Generatorgas gewünscht ist. Aber selbst in diesen seltenen Fällen dürfte es vortheilhafter sein, die Gichtgase zu verbrennen, damit das verwendete Luftdampfgemisch auf 500° oder mehr zu erhitzen, um ein Gas zu erzielen, wie es unter 4 (S. 278) besprochen wurde und zur Erzielung hoher Temperaturen oder als Kraftgas viel vortheilhafter ist. Wenn überhaupt die Regenerirung der Gichtgase durchgeführt wird, so werden die Erfolge nicht groß sein.

Schmidhammer[1]) nimmt als durchschnittliche Zusammensetzung von Hochofengasen an:

| | | |
|---|---|---|
| Kohlensäure | 8,5 | Vol.-Proc. |
| Sauerstoff | 0,4 | „ |
| Kohlenoxyd | 28,1 | „ |
| Stickstoff | 55,1 | „ |
| Wasserstoff | 7,1 | „ |
| Methan | 0,8 | „ |

Je 100 k Hochofengase sollen mit 58,4 k Luft auf 400° vorgewärmt in einen mit Kohle gefüllten Schachtofen geblasen werden. Nach Gewichtsprocenten sollen die Gase enthalten:

| 100 k enthalten | Regenerirte Gase | Hochofengase |
|---|---|---|
| $CO_2$ | 1,4 | 13,6 |
| CO | 39,8 | 28,7 |
| H | 0,7 | 0,5 |
| $CH_4$ | 1,2 | 0,4 |
| $C_2H_4$ | 0,2 | — |
| O | 1,4 | 0,5 |
| N | 55,3 | 56,3 |

Das regenerirte Gas soll für Stahlschmelzöfen werthvoll sein.

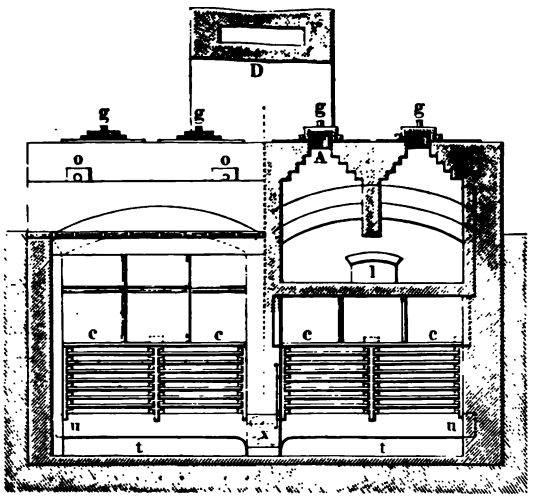
Hochofengase mit 7 Vol.-Proc. Wasserstoff sind für Kokshochöfen wohl kaum möglich. Zudem übersieht Schmidhammer, daß zur Reduction nicht nur Wärme, sondern auch eine hohe Temperatur von etwa 1000° erforderlich ist; seine Berechnungen entsprechen daher nicht der Wirklichkeit.

Generatoren. Der Generator von Siemens[2]) ist mit Füllöffnungen *g* (Fig. 242 u. 243) versehen, durch welche die Steinkohlen eingeworfen werden. Dieselben stürzen zunächst auf die, je nach der Natur desselben, unter einem Winkel von 45 bis 60° geneigte schiefe Ebene *b*, die aus einer soliden, auf ihrer nach dem Innern des Gaserzeugers gerichteten Seite mit feuerfesten Steinen gedeckten Eisenplatte besteht, gleitet auf dieser nach Bedarf nach dem aus flachen Eisenstäben zusammengestellten Treppenrost *c* hinab und stauen sich vor diesem im untersten Theile des Generators, dessen unter dem Roste sich befindende weite Oeffnung während des Betriebes zur Entfernung der sich namentlich hier ansammelnden Asche, sowie etwa verschlackter Brennmaterial-

[1]) Stahl u. Eisen 1893, 640. — [2]) Vergl. S. 276; Preuß. Pat. vom 2. Dec. 1856; Engl. Pat. vom Mai 1861 für C. W. Siemens.

partien dient. Ist der Schwelofen im Betriebe, so findet auf dem Roste, bei der dicken Schicht des hier angehäuften Brennstoffes, unvollständige Verbrennung (Kohlenoxydbildung) statt, und unterliegt der noch auf der festen schiefen Ebene befindliche Brennstofftheil, in Folge der über dem Rost sich entwickelnden Hitze, der trockenen Destillation. Um der Verbrennung durch Erhaltung einer gleichmäßigen und nicht zu dichten Schicht des Brennmaterials nachhelfen zu können, sind in dem oberen Theile des Generators bei *o* und *h* kleine, für gewöhnlich durch Deckel und Stöpsel verschlossene Oeffnungen angebracht, durch welche Schürstangen eingeführt werden können.

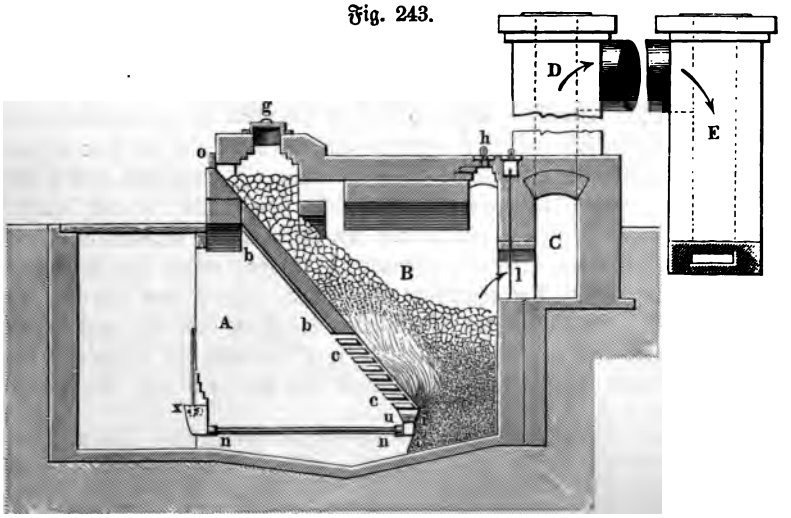
Fig. 242.




Die innerhalb des Generators *B* entwickelten Gase entweichen aus demselben durch die Oeffnung *l* und steigen zunächst in dem Rohre *D* auf.

Man führt durch das Rohr *n* Wasser in den unter dem Roste angebrachten eisernen Trog *u*; das Wasser in *u* beginnt durch die Strahlung vom

Fig. 243.



Roſte her zu ſieden, der hierbei ſich bildende Dampf wird mit der erforderlichen Verbrennungsluft in den Generator eingeſogen, und „jeder Cubikfuß Dampf zerſetzt ſich, durch die 2 bis 3 Fuß dicke Schicht weißglühenden Brennmaterials dringend, zu einer Miſchung von 1 Cubikfuß Waſſerſtoff und nahezu einem gleichen Volumen von Kohlenoxyd, mit einer veränderlichen, aber geringen Menge von Kohlenſäure. So liefert 1 Cubikfuß Dampf ſo viel brennbares Gas als 5 Cubikfuß atmoſphäriſche Luft, aber der eine Vorgang iſt abhängig von dem anderen, inſofern, als der Durchgang der Luft durch das Feuer mit Wärmeentwickelung verbunden iſt, und wiederum die Entwickelung der Waſſergaſe ſo gut wie der Kohlenwaſſerſtoffe befördert wird durch die Steigerung der Wärme[1])“.

Die letzteren Angaben ſind ſelbſtverſtändlich unzutreffend (S. 278).

Gas aus Siemens'ſchen Generatoren in St. Gobin enthielt nach Morin[2]):

| | | |
|---|---|---|
| Kohlenſäure | 6— 9 | Proc. |
| Kohlenoxyd | 17—22 | „ |
| Kohlenwaſſerſtoff | 3— 6 | „ |
| Waſſerſtoff | 5—17 | „ |
| Stickſtoff | 55—65 | „ |

Nach Kraus[3]) enthalten dieſe Gaſe:

| | | |
|---|---|---|
| Kohlenſäure | 4,2 | Proc. |
| Kohlenoxyd | 24,2 | „ |
| Methan | 2,2 | „ |
| Waſſerſtoff | 8,2 | „ |
| Stickſtoff | 61,2 | „ |

Wie Seite 276 ausgeführt wurde, werden die Gaſe durch die lange Leitung $DE$ ſtark abgekühlt, wodurch erhebliche Wärmeverluſte bedingt werden.

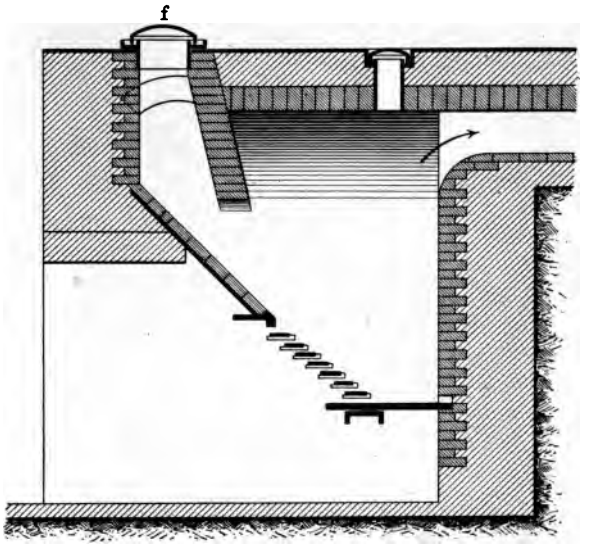
H. Schäfer[4]) empfiehlt für Steinkohlen den Generator (Fig. 244) mit Füllöffnung $f$; die Figur bedarf keiner weiteren Erläuterung.

Beim Gasgenerator für fette Kohlen von Feraris[5]), welcher in 24 Stunden 20 hk Kohlen vergaſen ſoll, iſt die Füllöffnung $a$ (Fig. 245) oben rund, weiter unten quadratiſch und 0,5 m weit und erweitert ſich dann in einen 1 m breiten Schacht. Die den Roſt $e$ bildenden großen durchlöcherten Gußplatten ſtützen ſich auf zwei ſeitliche Becken; dieſe ſind an dem oberen $x$-Stücke angeſchraubt, welches die Verſchlußnummer $f$ trägt und ſtützen ſich unten auf die vordere Querbarre des Planroſtes. Dieſer ſelbſt iſt aus 35 mm dicken Eiſenſtangen hergeſtellt, welche vorn mit einem Ringe verſehen ſind, um ſie leicht mittelſt eines Hakens entfernen zu können, wenn der Generator gereinigt werden ſoll. Der eigentliche Generator, welcher vom Scheitel des Gewölbes $h$ bis zur Sohle des Aſchenfalles $i$ 2,5 m hoch iſt, wird durch Bogen $c$ in zwei Theile getheilt. Die flüchtigen Producte der Entgaſung der Kohle gehen durch die Oeffnung $g$ zwiſchen dem Bogen $c$ und dem oberen

[1]) Siemens' patentirte Regenerativ-Gasöfen (Dresden 1869), S. 2 u. 9. — [2]) Wagner's Jahresber. 1864, 727. — [3]) Daſ. 1870, 805. — [4]) Mitth. d. Arch. u. Ing.-Ver. (Böhmen 1877), S. 46. — [5]) Oeſterr. Zeitſchr. f. Berg.- u. Hüttenweſen 1887, 407.

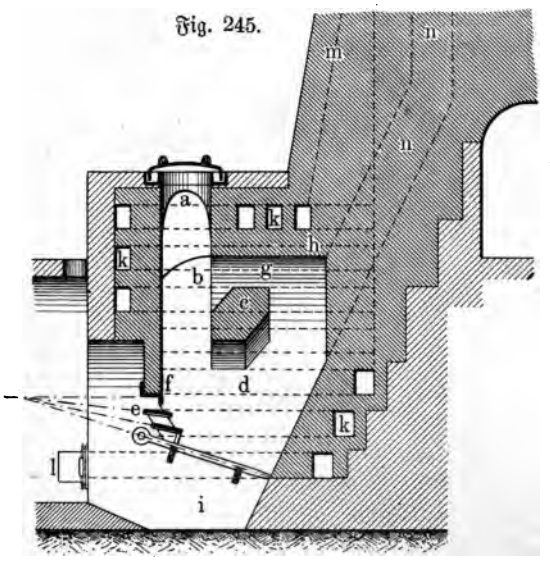
ölbe *h*, um mit den Producten der Vergasung aus der Abtheilung *d* durch je 40 cm weite Canäle *n* zu dem Röstofen für Galmei zu gehen. Die

Fig. 244.




zwei mittelst Schieber *l* regelbare Canäle rechts und links eintretende durchzieht die den ganzen Feuerraum umgebenden Luftcanäle *k*, um ent-

Fig. 245.




end vorgewärmt, durch zwei Canäle *m* in den Röstofen zu gelangen und en Generatorgasen aus den Canälen *n* zusammenzutreffen.

Nach Kleemann (D. R.-P. Nr. 31198) sind die beiden Abtheilungen I und II mittelst der zugleich als Scheider dienenden Hinterwand c (Fig. 246) von II und durch Zwischenboden e getrennter Roste *zy* so über einander gestellt, daß am Punkte *f* nur der obere Theil von I und die offene Bodenhälfte von II zusammenfallen, die eigentlichen Vergasungsräume selbst aber von einander abgesondert liegen. Der durch den Zwischenboden außer der Isolirung der Roste auch bewirkte Abschluß der vorderen Bodenhälfte vom Generator II hat zum Zweck, daß die auf dem Rost erforderliche Glühschicht erhalten und von dem bei *f* absinkenden Theile der Schütthöhe nicht mit fortgerissen wird. Die Zufuhr des Brennstoffs erfolgt bei *b* für beide Generatoren zugleich. Das Verfahren hat hauptsächlich den Zweck, bei Verwendung nasser Brennstoffe aus dem bei *d* oder *r* entweichenden Gase durch Abkühlen das Wasser abzuscheiden und dann wieder zurückzuführen. Die Vereinigung selbst erfolgt alsdann mittelst einer Gasmischvorrichtung, bestehend in Schlitzen, welche in abwechselnder Lage die Ausgänge vom Generator I und von der Rückleitung bilden.

Fig. 246.

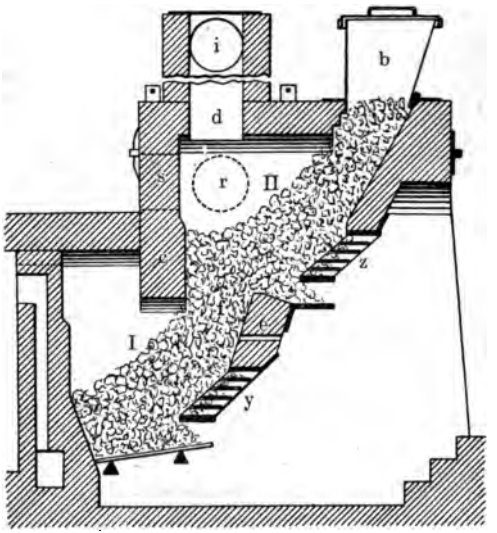



Fig. 247.

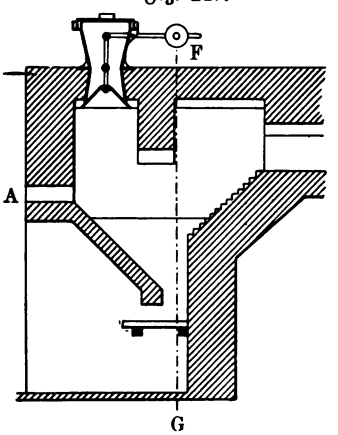
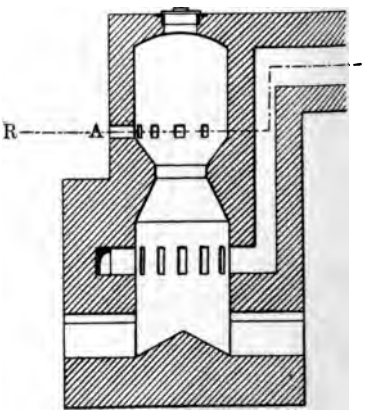
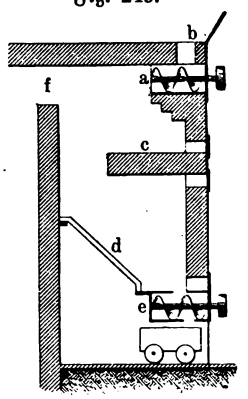



Fig. 248.



F. Zahn (D. R.-P. Nr. 35 262) empfiehlt doppelte Luftzuführung. Die ere Luftzuführung bei *A* (Fig. 247 u. 248) soll nur dazu dienen, so viel Hitze entwickeln, als noch nothwendig ist, um die Entgasung bezw. Destillation r Kohlen zu bewirken, wobei zu berücksichtigen ist, ß der größte Theil der hierzu nöthigen Hitze durch : darunter liegenden Koks erzeugt wird. Die ent- sten Kohlen kommen dann in den unteren Theil s Generators, welcher als Koksgenerator arbeitet d nur die Verwandlung der Koks in Kohlenoxyd- s bewirken soll, wodurch der Betrieb des unteren eiles des Generators sehr vereinfacht wird, weil : Schwierigkeiten, die das Backen der Steinkohlen rursacht, wegfallen. Es kann daher mit hoher chütthöhe gearbeitet werden.

Fig. 249.



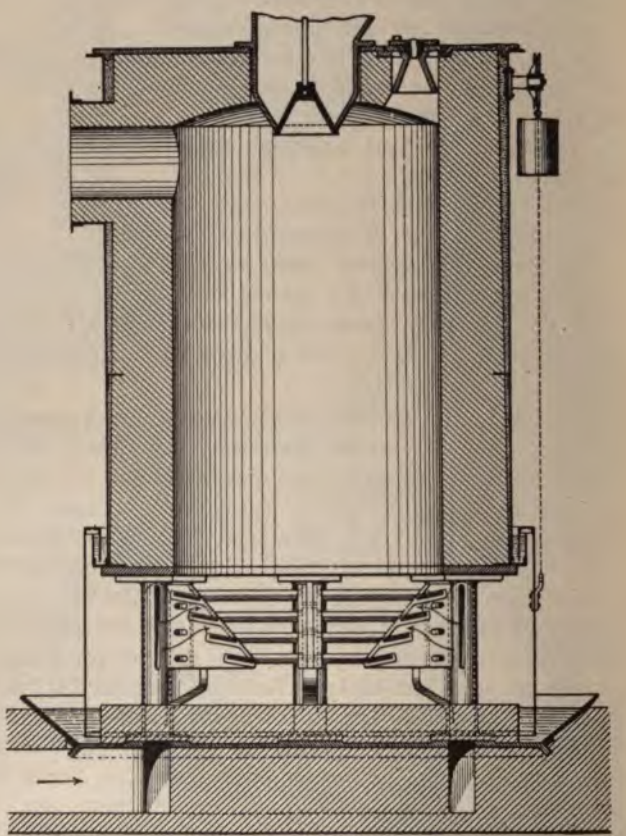

Nach Hering (D. R.-P. Nr. 9364) wird der rennstoff vermittelst einer Transportschnecke *a* ig. 249) von dem Aufgebetrichter *b* auf eine feste age *c* gestürzt und gleitet von hier aus auf einen rägen Rost *d*. Am tiefsten Punkte desselben wird Asche u. s. w. vermittelst ier Transportschnecke *e* entfernt. Die gebildeten Gase entweichen durch den ascanal *f*.

Gaserzeuger. In Siemens-Martin-Werken verschwinden nach pringorum[1]) die Siemens-Generatoren mit ihren Blechleitungen 5. 277) mehr und mehr und machen dem Schachtgenerator mit quadratischem, chteckigem oder rundem Querschnitt, gemauerten Gasleitungen und Unter- ndbetrieb Platz (Fig. 250 a. f. S.). Man findet Schachtgeneratoren mit Rauh- mäuer oder, falls die runde Form gewählt ist, mit Blechmantel; letztere Aus- hrung scheint wegen des geringeren Raumbedarfs und weil sie weniger leicht formirt wird, die beliebtere zu sein. Bei Anwendung des Planrostes besteht r Verschluß des Aschenraumes in einer Dreh- oder verticalen Schiebethür, i Treppenrost von sechs- oder achtfacher Form hat man mit Vortheil Glocken- rschlüsse benutzt. Gegenüber liegende Treppenroste mit centralem Abschluß rch den Aschenkegel weist der Blezinger'sche Generator (S. 304) auf, und ll sich diese Anordnung als sehr bequem bei der Reinigung bewähren. Eine chte Entfernung der Asche gestattet auch der Generator von Taylor ig. 251, vgl. S. 258). Aehnlich ist der Generator von Brook[2]), Wilson[3]) d Müller (D. R.-P. Nr. 87 444). Generatoren ohne Roste sind in ladno, Teplitz und Witkowitz mit gutem Erfolg in Betrieb; in denselben rd die Asche mit Flußspath und Kalkspath verschlackt und flüssig abgestochen. — rsuche, das gleiche Verfahren in Westfalen einzuführen, sind dauernd ohne rfolg geblieben, der Generator verstopfte sich nach einigen Tagen und scheint r Betrieb für dortige Kohlen weniger geeignet zu sein. Wo der Raum es

[1]) Stahl u. Eisen 1897, 396. — [2]) Fischer's Jahresber. 1887, 189. — Das. 1884, 1308; vergl. S. 306.

gestattet, finden sich auch wohl Wasserverschlüsse, die dann zugleich als Sicherheitsventil bei etwaigen Gasexplosionen wirken. Zum Umsteuern verwendet man außer der alten Siemens-Klappe, die bekanntlich leicht undicht wird, Doppelsitzventile in England und Amerika, Muschelschieber und feuerfeste Hähne in Oesterreich, aus Blech genietete Glocken in allen diesen Ländern und namentlich in Deutschland. Die Glockensteuerung hat sich überall da bewährt,

Fig. 250.

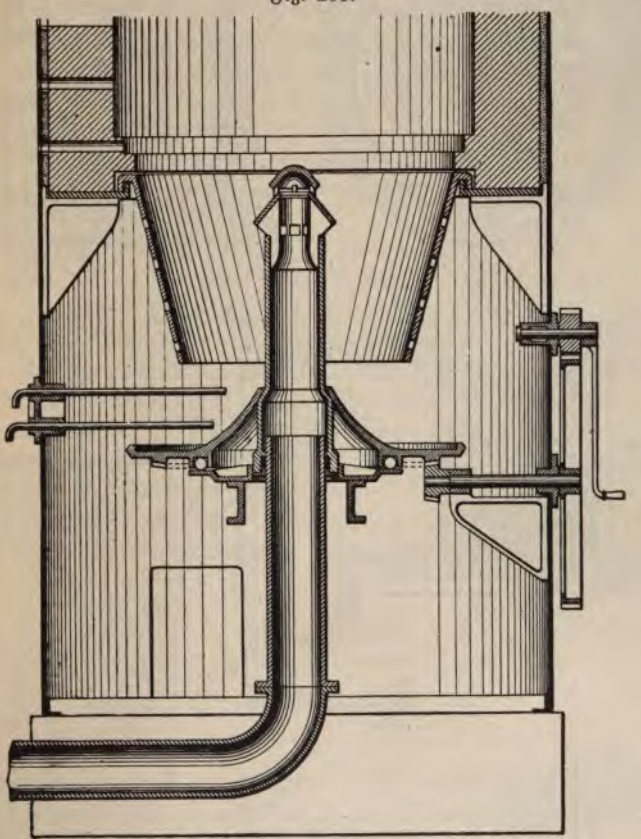


wo für gute Ausnutzung der Abhitze, also kühle Rauchgase gesorgt ist. Sie ist leicht zu handhaben, schließt genau und hat wenig oder gar nicht unter Gasabscheidungen zu leiden.

Solvay & Co. (D. R.-P. Nr. 55811) empfehlen einen unter der Einschicköffnung *D* (Fig. 252 u. 253, S. 292) um eine lothrechte Achse durch Getriebe *G* drehbaren Kegel *A*, dessen unterer Rand eine Schneckenlinie bildet. Will man z. B. ein gleichförmiges Beschicken in ebener Schicht erzielen, d. h. so, daß jeder Punkt des zu bedeckenden Querschnitts das gleiche Verhältniß an

rialien erhält, so wird die Kegelbasis durch eine der Gleichung $r = a\sqrt{e}$ echende Spirale begrenzt, wobei $r$ den von 0 bis zu einer Länge gleich es Ofenschachtradius oder einer geringeren Länge wachsenden Radius- und $\Theta$ den zwischen diesem und dem Anfangsradius eingeschlossenen l bedeutet. Jeder einem constanten Winkel im Centrum entsprechende dieser Schneckenlinie erzeugt eine constante ringförmige Fläche. Die auf

Fig. 251.

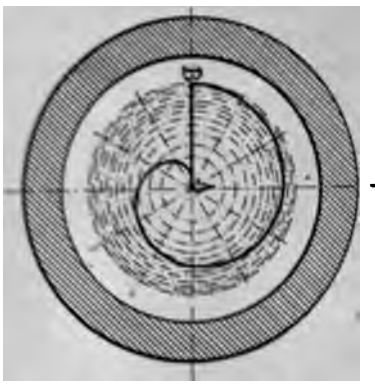


n Schneckenkegel $A$ fallende Beschickung vertheilt sich dessen Umfang gemäß, wenn der Kegel während des Einfallens der Beschickung eine volle Umng macht, so wird die Beschickung als ebene Schicht gleichmäßig über den chtquerschnitt vertheilt.

Bildt[1]) legt Werth darauf, daß die Kohlen im Gaserzeuger gleichmäßig eilt werden. Unter dem Kohlenbehälter ist eine rotirende Vertheilungs-

[1]) Eng. Min. Journ. 1898, 643; Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen 366; D. R.-P. Nr. 72 747.

scheibe *A* (Fig. 254 u. 255) angeordnet, welche die Aufgabe hat, die Kohle für die Oberfläche des Brennstoffs *I* im Generator gleichmäßig zu verteilen. Die Scheibe *A* wird durch den Schaft *c*, der über den Fülltrichter hinausreicht mit



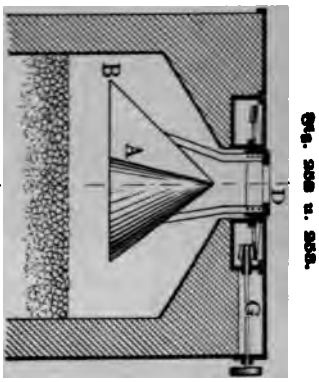




Fig. 253 u. 253a.

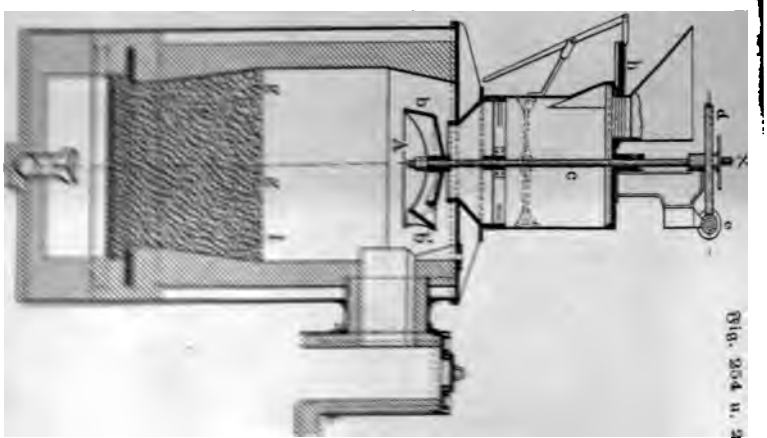
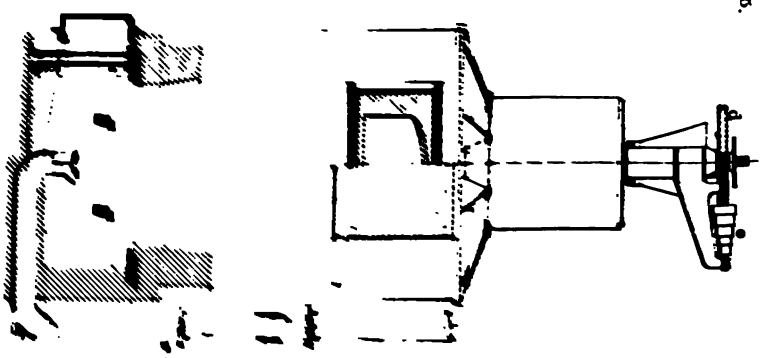



Fig. 254 u. 255.



das Wurmrad *d* trägt, in welches der Wurm, der auf der Spindel des Stufenconus *e* sitzt, eingreift, in drehende Bewegung versetzt. Mittelst des Stufenkegels kann man die Umdrehungsgeschwindigkeit der Scheibe und damit die Begichtung regeln. Um Kohlen verschiedener Korngrößen schütten zu können, ist es möglich, die Ringöffnung zwischen der drehbaren Scheibe und dem festen Einfalltrichter zu regeln. Es geschieht dies durch Drehung des Handrades über dem Schafte *c* bei *X* oder durch eine ähnliche Vorrichtung. Stückkohle oder Gries oder beides gemischt werden gleichmäßig vertheilt.

Die Oberfläche der rotirenden Scheibe kann mehr oder weniger steil ausgeführt werden. Die Scheibe macht eine Umdrehung in vier Minuten. Der Fülltrichter wird groß genug hergestellt, um die verlangte, unter dem Schieber *h* befindliche Kohlenmenge zu fassen.

Die Vertheilungsscheibe *bb'* ist der wesentlichste Theil des Apparates. Die Wirkung des Apparates beruht auf der Spirale, welche vom Mittelpunkte der Scheibe ausgeht.

Die Radien *gg'* des äußersten Kreises der Spirale müssen gleich sein dem Radius *gg'* der zu beschickenden Kreisfläche des Generators. Da in derselben Zeit gleich große Kohlenmengen gleiche Theile der Oberfläche der rotirenden Scheibe bestreichen, so folgt, daß jene Stücke der Spirale, welche zwischen den Schenkeln gleicher Winkel zu liegen kommen, gleiche Kohlenmengen in der Zeiteinheit zugeführt erhalten. Wenn man nun die Vertheilungscurve derart construirt, daß jeder dieser gleichen Theile bei seiner Bewegung um die Achse in einer bestimmten Zeit dieselbe Fläche des Generators bestreicht, so muß die Kohle gleichmäßig vertheilt werden.

Analysen des erhaltenen Generatorgases — bei II. wurde die Luft durch ein Dampfstrahlgebläse eingetrieben — ergaben angeblich:

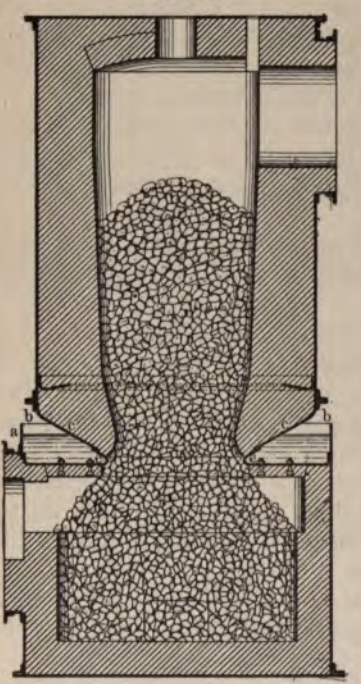
| | I. | II. | |
|---|---|---|---|
| Kohlensäure . . . . . | 2,00 | 4,90 | Proc. |
| Kohlenoxyd . . . . . | 27,90 | 26,80 | „ |
| Aethylen . . . . . | 0,10 | 0,40 | „ |
| Wasserstoff . . . . . | 2,60 | 18,10 | „ |
| Methan . . . . . | — | 3,50 | „ |
| Stickstoff . . . . . | 67,60 | 46,30 | „ |

Nach Nyblad (D. R.-P. Nr. 73751) werden die in einen Cylinder gefüllten Kohlen durch einen Kolben in den Gaserzeuger geschoben. Desgl. nach Morani & Co. (D. R.-P. Nr. 74561).

Bei denjenigen Generatoren, bei welchen durch Ueberhang des Mauerwerkes eine freie Böschung des Brennstoffs hergestellt wird, auf welche die Verbrennungsluft einwirkt, ist die Kante des Mauerwerkes der intensiven Verbrennungstemperatur und der Berührung mit Kohle und deren Schlacke ausgesetzt. Außerdem wird diese Kante beim gewaltsamen Abstoßen der sich ansetzenden Schlacken stark mitgenommen bezw. rasch zerstört. A. Knaudt (D. R.-P. Nr. 18719) stellt daher diese Kante aus einem mit Wasser gekühlten und somit eine Kühlrinne bildenden Metallgefäß *a* (Fig. 256 a. f. S.) her. Die obere Wand *c* dieses Gefäßes ist so beschaffen, daß das Schachtmauerwerk auf

derſelben ruhen kann, während die innere Gefäßkante *e* ganz oder doch dicht an das Brennmaterial heranreicht, die Unterſeite aber ſo gegen die Oberſeite zu liegen kommt, daß der Hohlraum des Metallgefäßes oder der Kühlrinne von außen, d. i. von *b* aus, zugänglich bleibt. Die Unterſeite des Gefäßes kann man gegen Wärmeaufnahme durch eine Decke von feuerfeſtem Material ſchützen, welche durch Bolzen an derſelben befeſtigt iſt. Letztere laſſen ſich leicht durch Gegenmuttern abdichten. Hauptſächlich gewährt dieſe nach außen offene Kühlrinne den Vortheil, daß aus dem Kühlwaſſer ſich an- und abſetzender Keſſelſtein, Schlamm u. dergl. jederzeit leicht entfernt werden kann (vergl. S. 224).

Fig. 256.



Nach Neumann (D. R.-P. Nr. 77 529) iſt der untere Theil des Schachtes ⊥-förmig geſtaltet und rechteckig ausgebildet, und zwar in einer ſolchen Höhe über dem Roſt, bis zu welcher ein Feſtſetzen von Schlacken erfolgen könnte. An dieſen Theil ſchließen ſich zwei einander gegenüber liegende Rahmen mit Thüren und Schutzplatten von der vollen Breite des Schachtes an, um die am Roſt und den Herdwänden ſich feſtſetzenden Schlacken leicht entfernen zu können.

Der Generator von Liegel (D. R.-P. Nr. 31) beſteht aus einem ſchachtförmigen Raume *A* (Fig. 257 u. 258), in welchen das Brennmaterial durch den Deckel *f* aufgegeben wird. Der Schacht verengt ſich nach unten hin trichter-

Fig. 257.

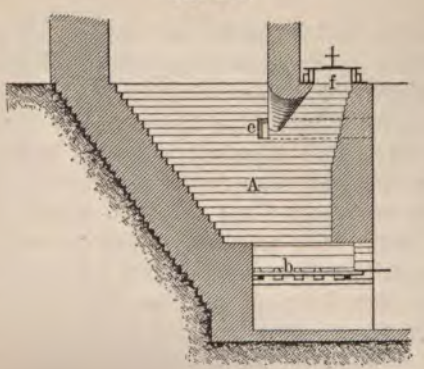
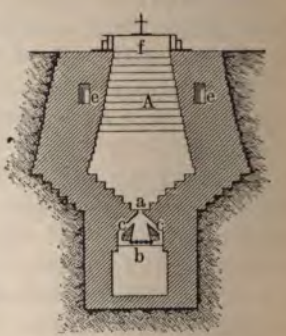



Fig. 258.

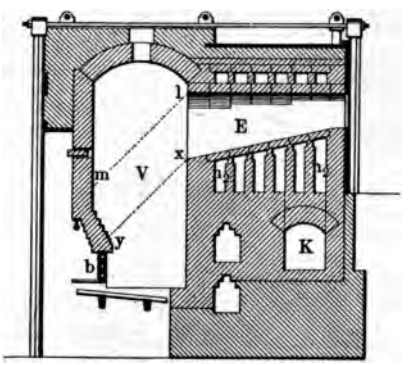


g und läuft schließlich in einen engen Spalt *a* aus, in welchen die atmo-che Luft eintritt. Unter diesem Spalt ist nun der eine Hülfsrost *b* an-cht, welcher dazu dienen soll, die aus dem oberen Spalt *a* durchfallenden enden kleinen Stückchen Brennmaterialien aufzufangen und die von oben enden Schlacken vor dem Erstarren zu bewahren und zum Abfließen zu lassen. Die seitlichen Luftzüge *c* führen einerseits dem Brennstoffe im rator Luft zu, andererseits sollen sie das Mauerwerk gegen Abschmelzen :n. Die Verbrennungsluft wird durch die in den Wänden des Gene-3 liegenden Luftzüge *e* zugeleitet, in welchen sie sich erwärmt.

Beim Gröbe-Lürmann-Generator (D. R.-P. Nr. 549) wurde die durch ein von außen erhitztes Rohr gedrückt, hier entgast und im an-jenden Schachtgenerator vergast.

W. Lürmann[1]) verbesserte die Einrichtung dahin, daß sich das Ent-gsrohr erweiterte und so das Vorschieben der Kohlen erleichterte. Fig. 259 einen einfachen, Fig. 260 bis (a. f. S.) einen doppelten Gas-ger. Das Gas tritt aus dem rator *V* durch den Gascanal *g*, der Schieber *s* geöffnet wird, in laum $g_1$, aus diesem durch die ungen $g_2$ in den Ofen, um bei it der durch die Oeffnungen zugeführten heißen Luft zu ver-en. Die Verbrennungsluft wird m unter den Oefen angeord-Lufterhitzer erhitzt. Die Ver-ungsproducte gelangen durch fuchs des Ofens zuerst in die

Fig. 259.



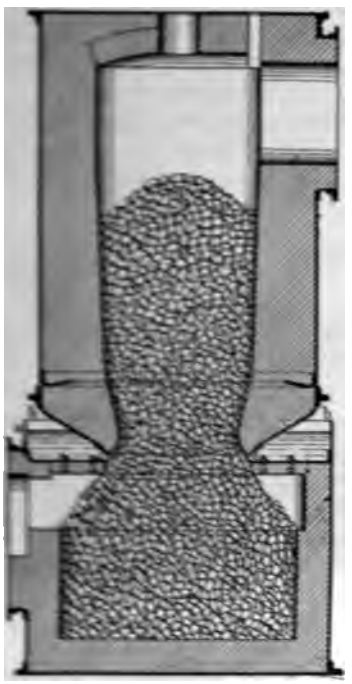

le *n* des Lufterhitzers und dann durch $n_1$ in die Umgebung $n_2$ der Ent-gsräume *E*, in welchen durch die Abhitze die Entgasung der Kohle bewirkt

Diese Abhitze wird dann durch die Canäle $n_3$ und $n_4$ zu dem Dampf- und schließlich in den Schornstein geführt. Der Doppelgenerator hat, n dieselbe Anzahl Entgasungsräume wie bei dem einfachen Generator an-let sind, den Vorzug, daß die Entgasungsräume näher am Ofen liegen, bhitze deshalb heißer zu demselben gelangt, die Entgasung folglich eine umenere ist, als bei dem einfachen Generator. Der für die hohe Tem-ir solcher Oefen nöthige Zugquerschnitt ist bei dem Doppelgenerator doppelt so groß. Die Abhitze gelangt nämlich durch zwei Canäle $n_1 n_1$ e Canäle $n_2$ der Umgebung bei den Entgasungsräumen des Doppel-itors. Der Querschnitt der Canäle $n_2$ ist bei einem einfachen Generator men etwa 0,25 qm. Dieser Querschnitt genügt nur bei sehr scharfem . also großer Geschwindigkeit der Gase. Wo diese nicht vorhanden, muß em einfachen Generator der Reservecanal *K* zur Abführung einer

[1]) D. R.-P. Nr. 12432 u. 17666; Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1883, 664.

derselben ruhen kann, während die innere Gefäßkante *e* ganz oder doch d
das Brennmaterial heranreicht, die Unterseite aber so gegen die Ober
liegen kommt, daß der Hohlraum des Metallgefäßes oder der Kühlrin
außen, d. i. von *b* aus, zugänglich
Die Unterseite des Gefäßes kan
gegen Wärmeaufnahme durch ein
von feuerfestem Material schützen
durch Bolzen an derselben bef
Letztere lassen sich leicht durch
muttern abdichten. Hauptsächlich
diese nach außen offene Kühlri
Vortheil, daß aus dem Kühlw
an- und absetzender Kesselstein, (
u. dergl. jederzeit leicht entfern
kann (vergl. S. 224).

Fig. 256.



Nach Neumann (D
Nr. 77 529) ist der untere
Schachtes ⊥-förmig gestaltet
eckig ausgebildet, und zwar
solchen Höhe über dem Ros
welcher ein Festsetzen von Sc
folgen könnte. An diesen Th
sich zwei einander gegenüb
Rahmen mit Thüren und S
von der vollen Breite des
an, um die am Rost und
wänden sich festsetzenden Sch
entfernen zu können.

Der Generator von Liegel (D. R.-P. Nr. 31) besteht aus ein
förmigen Raume *A* (Fig. 257 u. 258), in welchen das Brennmaterio
Deckel *f* aufgegeben wird. Der Schacht verengt sich nach unten h

Fig. 257.

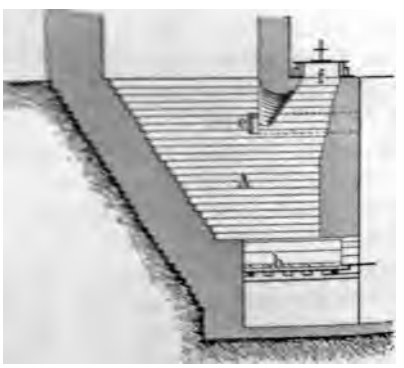
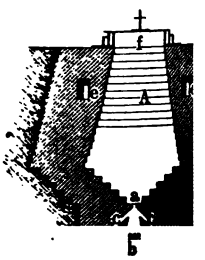
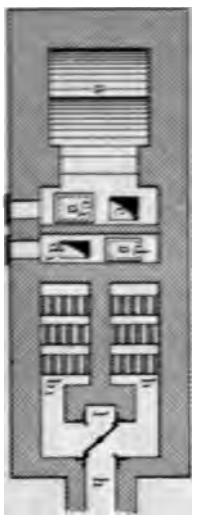


Fig. 258.



Der Generator von A. Pitsch (D. R.-P. Nr. 19844) wird durch einen Schacht gebildet, welcher, je nach der Natur des Brennstoffes, mit natürlichem



Schnitt A–B

Fig. 265.

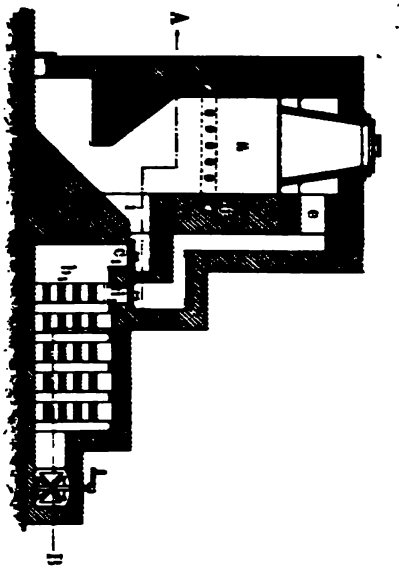
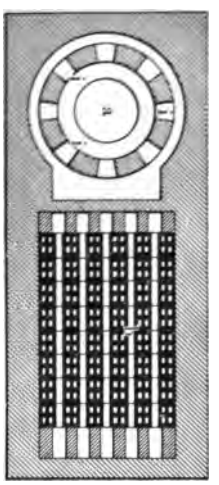


Fig. 264.



Schnitt C–D

Fig. 267.

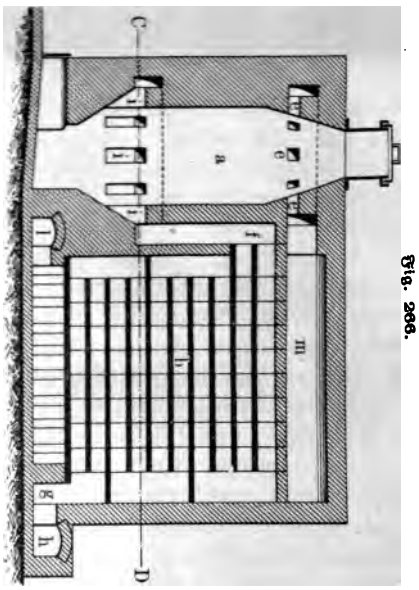


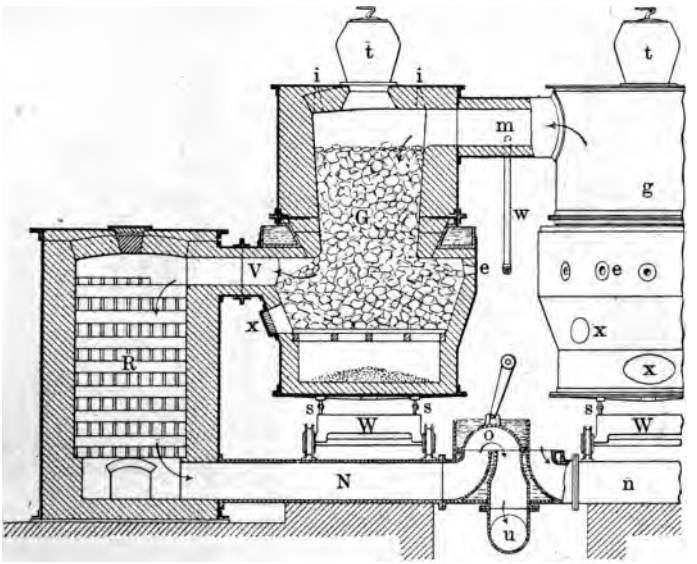
Fig. 266.

oder mit künstlichem Luftzuge arbeitet. Die im Generator sich entwickelnden heißen Gase verlassen denselben durch den seitlichen Canal *i* (Fig. 264 u. 265) und treten durch die Oeffnung *c* in den Regenerator *b*, geben ihre Wärme an die

demſelben aufgeſtellten Steine ab und gelangen in die Gasleitung *h*. Die atmoſphäriſche Luft tritt bei *l* ein, durchſtreicht den Generator $b_1$, entweicht erhitzt durch die Oeffnung $d_1$ in den aufſteigenden Canal, um durch *e* in den Generator und ſomit zu dem Brennmaterial zu gelangen. Nach einiger Zeit werden die Wechſelvorrichtungen umgeſtellt, wodurch das Gas durch den Regenerator $b_1$ geleitet wird, demſelben ſeine Wärme mittheilend, während die atmoſphäriſche Luft durch den Regenerator *b* geht, um ſich hier zu erhitzen.

Durch das mit Düſen verſehene Rohr *o* kann dem Generator Waſſerdampf zugeführt werden; ſtatt deſſen kann man auch bei *l* ein Gemiſch von Luft und Waſſerdampf eintreten laſſen, in welchem Falle der Waſſerdampf in überhitztem Zuſtande in den Generator gelangt. Ebenſo wird unter Umſtänden

Fig. 268.




bei *l* nur Waſſerdampf eingeführt, während die atmoſphäriſche Luft durch das Rohr *o* oder auf irgend eine andere Weiſe in den Generator geleitet wird.

Fig. 266 (Längsſchnitt) und Fig. 267 (Grundriß nach *C*-*D*) zeigen einen ſogenannten „umgekehrten Generator", welcher zur Wiedergewinnung der in den erzeugten Gaſen enthaltenen Wärme mit einem Wärmeübertrager verbunden iſt. Die Gaſe verlaſſen den Generator *a* durch die Oeffnungen *i*, treten in einen Ringcanal und gelangen durch den Canal *f* in den Wärmeübertrager *b*. Indem ſie denſelben wagerecht in mehreren Windungen durchſtreichen, geben ſie ihre Wärme an die Steine ab. Bei *g* gelangen die abgekühlten Gaſe nach der Gasleitung *h*. Die atmoſphäriſche Luft (oder Waſſerdampf oder Waſſerdampf und Luft) tritt aus dem Canal *l* in den Wärmeübertrager ein, ſteigt in getheilten Strömen ſenkrecht in die Höhe, vereinigt ſich

bei *m* wieder und gelangt von hier durch die Düsen *e* in den Generator und somit zum Brennstoffe.

Nach **Sutherland** (D. R.-P. Nr. 24 238) sollen die Gase abwechselnd in entgegengesetzten Richtungen durch zwei mit Fülltrichtern *t* (Fig. 268 a. v. S.), Schürlöchern *i* und Aschenthüren *x* versehenen Generatoren *G* und *g* gehen, deren unterer Theil zu einem ringförmigen, mit Schürlöchern *e* versehenen Canale erweitert ist, welcher durch Rohr *V* mit dem entsprechenden Regenerator *R* verbunden ist. Das in dem unten in der Mitte zwischen den beiden Generatoren liegenden Rohre *u* abgesaugte Gas wird je nach der Stellung des durch Wasser gekühlten Schiebers *o* dem Rohre *N* oder *n* entnommen. Bei der gezeichneten Schieberstellung tritt die Luft in das Rohr *n* ein und geht durch den zugehörigen erhitzten Regenerator und die Kohlenfüllung des Generators *g*. Die gebildeten Gase gehen durch das Rohr *m* mit dem aus dem Rohre *w* zutretenden Wasserdampfe in den Generator *G*, durchziehen die

Fig. 269.

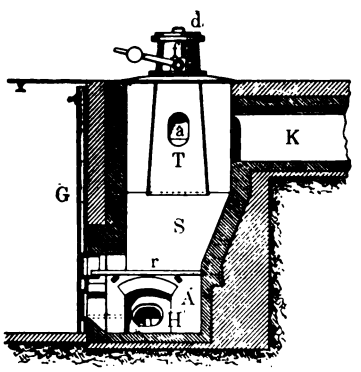
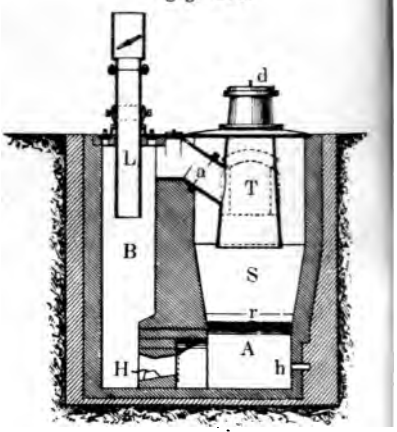



Fig. 270.




glühende Kohlenfüllung, damit Kohlensäure und Wasserdampf zu Kohlenoxyd und Wasserstoff reducirt werden, erwärmen auf ihrem weiteren Wege die Füllung des Regenerators *R* und gehen durch die Rohre *N* und *n* zur Verwendungsstelle. Hat sich der Generator *G* so weit abgekühlt, daß die Reduction nicht mehr vollständig ist, so wird der Schieber *o* umgestellt, so daß die Luft durch das Rohr *N* eintritt und das fertige Heizgas aus dem Rohre *n* abgesaugt wird. — Abgesehen von dem eigenthümlichen Vorschlage, die Generatoren mit verstellbaren Schrauben *s* auf Wagen *W* und *w* zu stellen, verdient dieser Apparat der Beachtung für die Herstellung von Mischgas. — Wesentlich denselben Vorschlag macht **York** (D. R.-P. Nr. 29 501).

Nach Fr. **Siemens** (D. R.-P. Nr. 69 651) hängt in dem Schachte *S* (Fig 269 und 270) von oben der mit Einfüllklappe *f* und Deckel *d* versehene eiserne Fülltrichter *T* hinein, ringsum einen freien Raum lassend, in welchem sich das erzeugte Gas sammeln kann, um durch den Canal *K* abgeführt zu werden. Im unteren Theile des Schachtes befindet sich der wagerechte eiserne

Fig. 272.

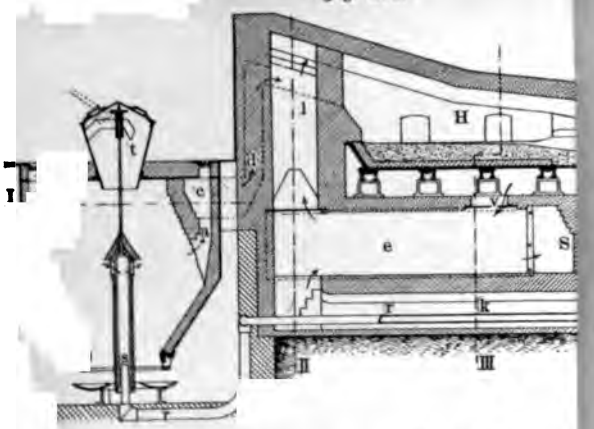
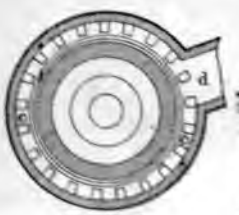
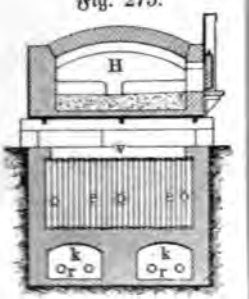



Fig. 274.



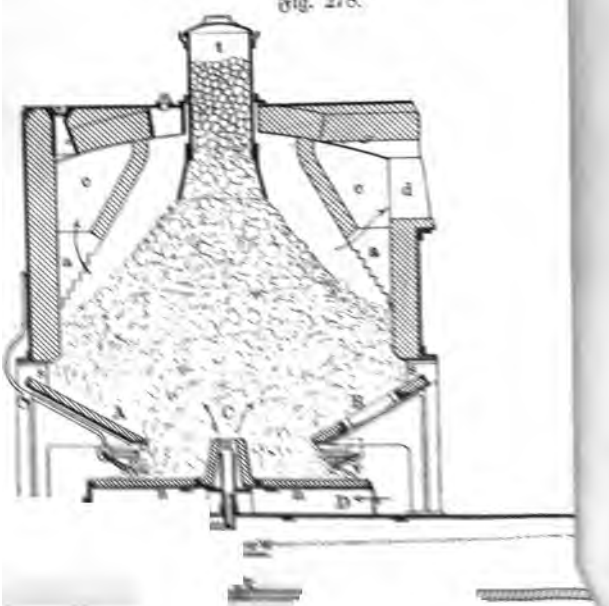

Schnitt I

Fig. 275.




Schnitt III

Fig. 278.

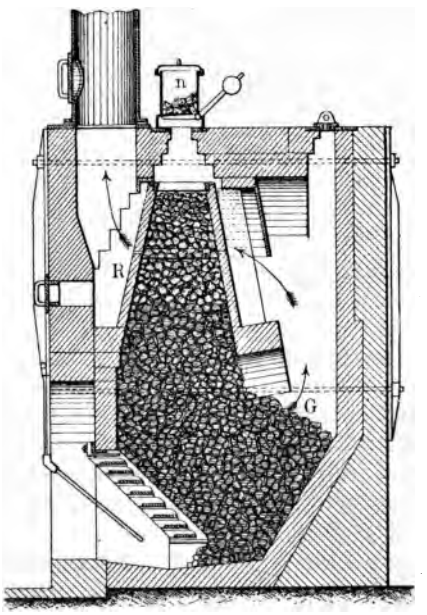


uf dem der Brennstoff den ganzen verticalen Schacht und Fülltrichter
lagert, und unter dem Rost der geschlossene Aschenfall *A* mit der von
e aus zugänglichen Grube *G*. Das Gas wird zunächst auf zwei
abgezogen, nämlich durch den Hauptgascanal *K* und durch den oberen
des Fülltrichters *T*, von wo es in einen lothrechten Brenncanal *B*
ührt wird, um mit der durch das absperrbare eiserne Rohr *L* zu-
n Luft zu verbrennen. Die so gebildeten heißen Verbrennungsproducte
durch das Dampfgebläse *H* in den Aschenfall *A* gesogen, um gemischt
n dadurch ebenfalls hoch erhitzten Dampfe des Gebläses durch den Rost
darauf befindliche Brennmaterialschicht getrieben zu werden. Auf diese
bildet sich für den Abzug im Hauptcanal *K* ein Gasgemisch, welches
se aus Wassergas, Kohlenoxydgas und Kohlenwasserstoffen besteht, dem
n Theil Stickstoff, aus der Brennluft herrührend, beigemengt ist.
toff, Theer oder Ruß sollen nur in sehr geringem Maße im Gase vor-
sein. Siemens[1]) will also die Entgasungsproducte verbrennen, um
feuergase in den Gaserzeuger treiben zu können. Es wird sehr
Brennstoffe geben, bei denen dieses Verfahren vortheilhaft sein könnte.

ber den alten Siemens'schen
oren (vergl. S. 208) mag
Verfahren vielleicht vortheil-
(vergl. S. 280).

ch C. Siemens (Eng. Pat.
r 1864) öffnet sich die mit
ter *n* (Fig. 271) versehene
*R* unten in den Generator-
und hält denselben mit Koks
Die glühenden Generator-
spülen die Retorte und be-
so die Entgasung der darin
hen Steinkohle. Steinkohlen-
d Theerdämpfe müssen eben-
nten aus der Retorte ent-
womit zugleich eine theilweise
ng der Wasserdämpfe und des
erreicht wird (vgl. S. 296).
. Siemens (D. R.-P. Nr.
, 20 726 und 26 094) hält
enerator für überflüssig, wenn
gasung im Generator durch
ärmte Luft erfolgt. Bei den

Fig. 271.




denen in Fig. 272 bis 275 (s. nebenst. Tafel) skizzirten Oefen wird der
toff durch den Trichter *t* eingefüllt, die erzeugten Gase werden durch die
zer Anzahl rings um den Ofen angeordneten Canäle *a* abgeleitet, um

[1]) Vergl. Zeitschr. f. angew. Chem. 1893, 537.

[redacted]

[redacted]

Um diesen Generator starker und dauerhafter zu machen, ist innerhalb seinen gemauerten Herd A (Fig. 27a) angebracht, in welche

Wänden stellenweise Roststäbe *B* eingeschaltet sind. Zwischen diesem Herde dem Oberbau des Generators ist ringsum eine enge Oeffnung *s* angebracht, durch welche man Schüreisen einführen kann. Von der Düse *C* geht Teller *n* aus, welcher zwischen sich und dem Herde *A* einen für Luftritt, Schüren und Entfernung der Schlacke dienenden Raum *v* läßt. Das r *m* sitzt mit Schraubengewinden in einer Art Mutter *g* und ist oben mit Kreisen *z* versehen. Ueber der Mutter *g* sitzt auf dem Rohre *m* eine Kronscheibe *w*, um von außen von der Spindel *K* aus das Rohr *m* drehen können, wobei letzteres gleichzeitig in die Höhe geht und mit seinen Schürn *s* die Oeffnung der Düse *C* von Asche und Schlacke, die sich dort etwa gesammelt haben, befreit. Die Luftzuführung zu dem Generator erfolgt entweder durch das Rohr *m*, in welchem durch einen Dampfstrahl *r* der Zug gefördert wird, oder durch den mit Regulirschiebern versehenen Canal *D*.

Bei gewissen Sorten Kohle können die aus frisch aufgefülltem Brennstoffe frei werdenden Kohlenwasserstoffe nicht schnell genug aus dem Generator entweichen, wenn sich der Brennstoff gegen die Gasausströmungsöffnungen gelegt hat. Um dies zu vermeiden und doch die frei werdenden Kohlenwasserstoffe in Berührung mit dem bereits in Glut befindlichen Brennstoffe zu bringen, erhält die Beschickungsöffnung *t* für den Brennstoff eine Verlängerung, welche sich so weit nach unten erstreckt, daß der Brennstoff sich niemals dicht vor die Auslaßöffnungen *a* legen kann.

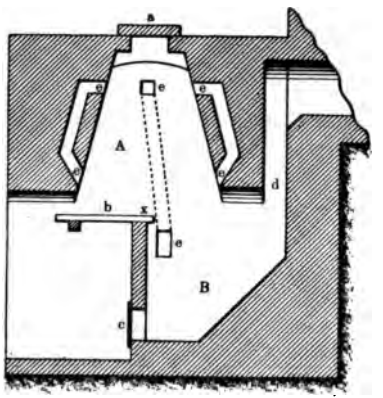
Damit die aus frischem Brennstoffe frei werdenden Kohlenwasserstoffe den Ofen nicht verlassen, ohne vorher mit bereits glühendem Brennstoffe in Berührung gewesen zu sein, kann man auch die in Fig. 279 dargestellte Ofenconstruction anwenden. Eine vor der hinten angebrachten Auslaßöffnung *d* befestigte Scheidewand *p* zwingt die frei werdenden Kohlenwasserstoffe, ihren Weg nach dem Ausgange *d* an dem in Glut befindlichen Brennstoffe vorbei zu nehmen. Die Luft wird durch eine in die Aschenfallthür eingelassene, mit einem Dampfstrahlgebläse versehene Düse *r* zugeleitet.

Nehse (D. R.-P. Nr. 6015) suchte die Erzeugung von Theerdämpfen zu verhindern und eine Zersetzung der aus dem Brennmaterial sich entwickelnden Wasserdämpfe zu erreichen. Der Schacht *A* (Fig. 280 a. f. S.) des Generators, welcher von oben bei *a* beschickt wird, ist nach unten zur Hälfte durch den Rost *b* geschlossen; der Raum *B* hinter dem Rost ist durch die Aschenthür *c* zugänglich. Der Austritt der Gase aus dem Generator findet durch den Canal *d* statt, zwischen welchem und dem Roste nun die Reduction der Kohlensäure zu Kohlenoxydgas vor sich geht. Der obere Theil des Generators, in welchem sich der frisch aufgegebene Brennstoff befindet, steht mit demjenigen Brennstoff, welcher in höchster Glut steht, also direct auf dem Rost aufliegt, durch die Kanäle *e* in Verbindung. Es sollen also die im oberen Theile des Generators durch trockene Destillation gebildeten Gase und Dämpfe durch diese Kanäle abwärts ziehen und auf dem Wege zum Gascanale *d* die in hoher Glut befindlichen Brennmaterialschichten durchstreichen und sich dabei in permanente Gase umsetzen.

Nach weiteren Angaben (D. R.-P. Nr. 8668 u. 12761) hat der innere

Raum des Generators die Geſtalt eines Schachtes *bc* (Fig. 281 u. 282) mit Füllöffnung *a* und Roſt *d*. Der obere Theil *b* des Schachtes iſt dünnwandig ausgeführt und von einem Raume *f* umgeben, welcher einerſeits durch die Gascanäle *e* mit dem Schacht *bc* in Verbindung ſteht und in den andererſeits die Luftcanäle *h* münden. Innerhalb dieſes Raumes findet mithin die Entzündung bezw. der Anfang der Verbrennung der durch *e* eintretenden Gaſe ſtatt. Die erzeugte Wärme wirkt durch die Wände von *b* hindurch auf das in dieſem Schachttheile enthaltene friſche Brennmaterial. Die zurückbleibenden Koks ſinken in den Raum *c* hinunter, wo deren Verbrennung zu Kohlenoxydgas in der gewöhnlichen Weiſe ſtattfindet. Das gebildete Kohlenoxydgas ſtrömt dann, gemiſcht mit den gasförmigen Deſtillationsproducten, durch die Canäle *e* in den Raum *f*. Um die Luft vor ihrem Eintritt in den Verbrennungsraum zu erwärmen, läßt man dieſelbe von *q* aus durch geeignete, in dem Mauerwerk des Generators angebrachte Canäle *g* ſtreichen.

Fig. 280.




Aehnlich iſt der Generator von Kaſalowsky (D. R.-P. Nr. 2697 und 5163).

Fig. 281.

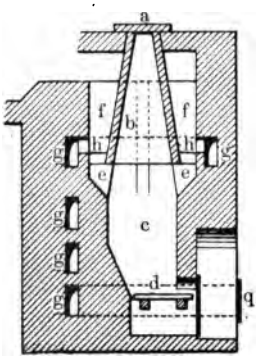
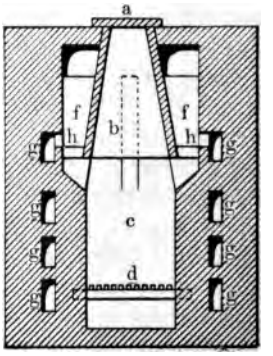



Fig. 282.




Gaserzeuger. Blezinger[1]) empfiehlt länglich viereckige Schachtgeneratoren mit Doppelroſt (Fig. 283 und 284). Die Generatorgaſe entweichen ſeitlich, ſo daß die eingefüllten Kohlen langſam entgaſen. Die Einrichtung ſoll ſich ſehr gut machen.

[1]) D. R.-P. Nr. 65 668; Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1892, 22; Zeitſchr. f. angew. Chem. 1893, 81.

In entsprechender Weise will Olschewsky (D. R.-P. Nr. 15147) ein eneratorgas herstellen, welches, frei von condensirbaren Bestandtheilen, im esentlichen aus Kohlenoxyd, Wasserstoff und Stickstoff besteht. In den ver-

Fig. 283.

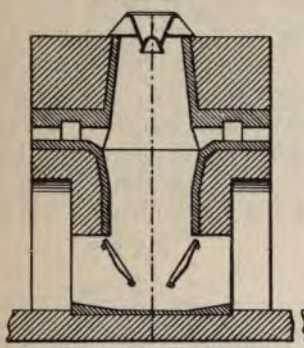
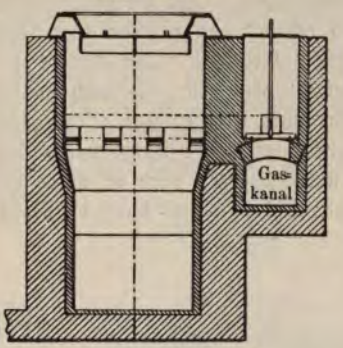


Fig. 284.




lossenen Aschenfallraum des Generators *A* (Fig. 285) mündet seitlich ein anal *k*, der mit dem oberen freien Raume des Generators durch einen ring-rmigen Sammelcanal *r* in Verbindung steht. In der nach dem Aschenfall hrenden Mündung dieses Canals ist ein Gebläserohr für atmosphärische Luft gebracht, dessen Mündung *i* in Folge des denselben verlassenden Luftstromes s Injector und demnach auf den oberen freien Theil des Generators saugend wirkt. Hierdurch sollen die im oberen Theile des Generators entwickelten Destillationsproducte gezwungen werden,

Fig. 285.

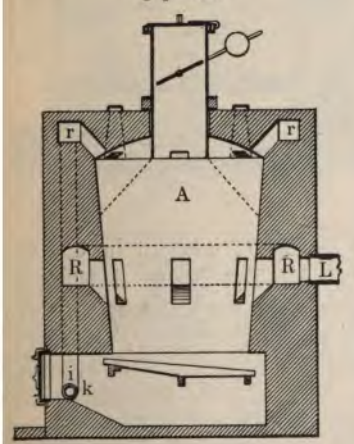
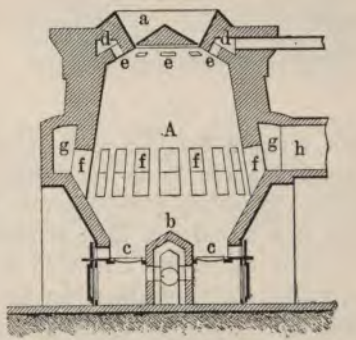



Fig. 286.




Gemeinschaft mit der durch das Gebläse eingedrückten Luft unter den Gene-tor zu treten und die auf dem Rost befindliche glühende Koksschicht zu rchziehen. Die Destillationsproducte sollen derart zersetzt werden, daß sich ohlenoxyd und freier Wasserstoff bildet. Die aus den Rosten zugeführte Luft wirkt eine schließliche Vergasung der Koks zu Kohlenoxyd. Das erzeugte

Gasgemenge gelangt durch den Sammelcanal $R$ in die Leitung $L$ nach dem Verbrennungsorte.

Gormann (D. R.-P. Nr. 2155) empfiehlt einen Schachtofen von kreisförmigem Querschnitt, dessen innerer Raum $A$ (Fig. 286 a. v. S.) durch die Schüttvorrichtung $a$ mit Brennstoff gefüllt wird; der Boden wird durch den Kegel $b$ gebildet, an welchem vier Roste liegen, von denen nur $c$ auf der Zeichnung sichtbar ist. Der Generator arbeitet mit Gebläse, und der Wind wird sowohl von unten als auch von oben eingeführt, so daß im Inneren des Generators zwei entgegengesetzte Zugrichtungen herrschen. Oben tritt der Gebläsewind aus dem Ringcanal $d$ durch die Oeffnungen $e$ in den Generator, unten dagegen wird er unter den Kegel $b$ geleitet, tritt in den verschlossenen Aschenfall und durch die Roste $c$ in den Generator. Die gebildeten

Fig. 287.

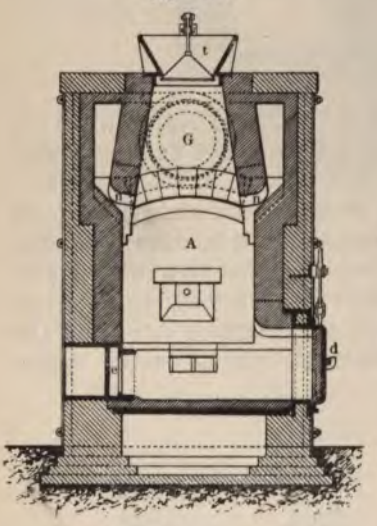
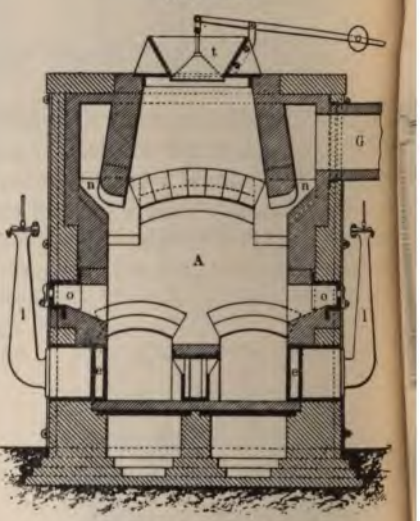



Fig. 288.




Gase verlassen den Generator durch die Canäle $f$, gelangen in den Ringcanal $g$ und von da in den Hauptgascanal $h$. Der Schacht $A$ soll stets so voll von Brennstoff gehalten werden, daß die Reduction der gebildeten Kohlensäure u. s. w. auf dem Wege abwärts bis zu den Oeffnungen $f$ vollendet ist. Der frisch aufgegebene Brennstoff fällt auf den bereits in Glut befindlichen, daher müssen alle dampfförmigen Producte durch glühende Kohlenschichten hindurchstreichen; es sollen sich also Theer- und Wasserdämpfe zersetzen. Je mehr nun der Brennstoff sich beim Niedergehen den Oeffnungen $f$ nähert, desto ärmer ist er an Kohlenwasserstoffverbindungen geworden, und wenn er noch weiter bis unterhalb der Oeffnungen $f$ herabsinkt, so wird er von der von unten kommenden Luft vergast.

Nach E. Brook und A. Wilson (D. R.-P. Nr. 5588) wird der Generator $A$ (Fig. 287 u. 288) durch Trichter $t$ mit Kohlen gefüllt; die Luft wird

durch Rohre *l* zugeführt. Zum Kühlen des Generatorbodens sind Luftcanäle angebracht. Die Schlacken werden durch Thür *d* entfernt und bei *o* sind Schürlöcher angebracht. Das Generatorgas entweicht durch Oeffnungen *n* und Canal *G*. Das Gas findet also seinen Abzug unmittelbar nach seiner Bildung in dem heißen Theile des Ofens und ohne mit dem frischen Brennstoffe in Berührung zu kommen; während zu gleicher Zeit eine theilweise Destillation in dem Schachte stattfindet und der sich bildende Dampf und die Kohlenwasserstoffe in Folge dessen nach abwärts und den heißen Theilen des Generators ziehen, wodurch der Dampf theilweise zersetzt, die theerigen Bestandtheile vergast und mit dem aufsteigenden Gasstrome vermengt werden.

Mit unwesentlichen Aenderungen hat dieser Gaserzeuger als Wilson'scher Apparat [1]) einige Verbreitung erreicht.

Fig. 289.

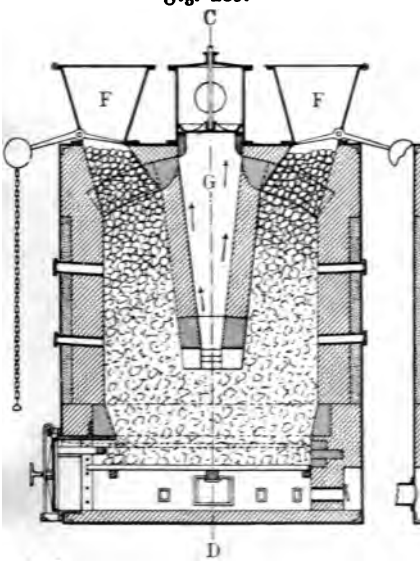
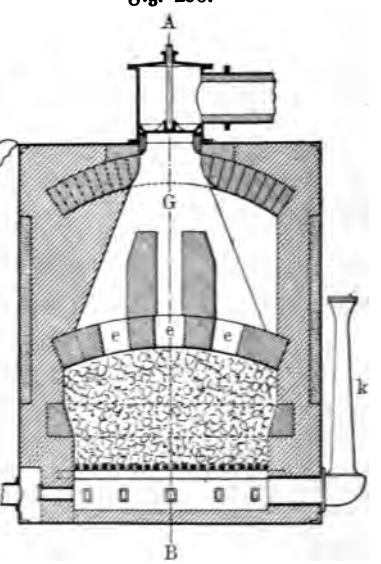



Fig. 290.




Der Generator von Twaite [2]) hat zwei Fülltrichter *F* (Fig. 289 u. 290); die Vergasungsluft wird durch ein Körting'sches Gebläse eingeführt. Der Gasabzug *G* ist in der Mitte des Gaserzeugers bis auf zwei Drittel der Schachthöhe herunter geführt, so daß die Entgasungsproducte der verwendeten Kohlen bereits stark glühende Kohlen durchziehen müssen, bevor sie durch Oeffnungen *e* nach *G* entweichen können.

Bei Gasgeneratoren empfiehlt V. Daelen (D. R.-P. Nr. 31466) die Anordnung eines Gasfängers, bestehend in einem Hohlkörper, welcher mit seinem unteren, in einem horizontalen Schlitz sich öffnenden Theile in das Brennmaterial hineinreicht und oben mit dem Gasleitungsrohre communicirt, und welcher sich der Höhe nach verstellen läßt, zu dem Zweck, bei jedem

[1]) Rev. industr. 1882, 5. — [2]) Engineering (1886) **41**, 82.

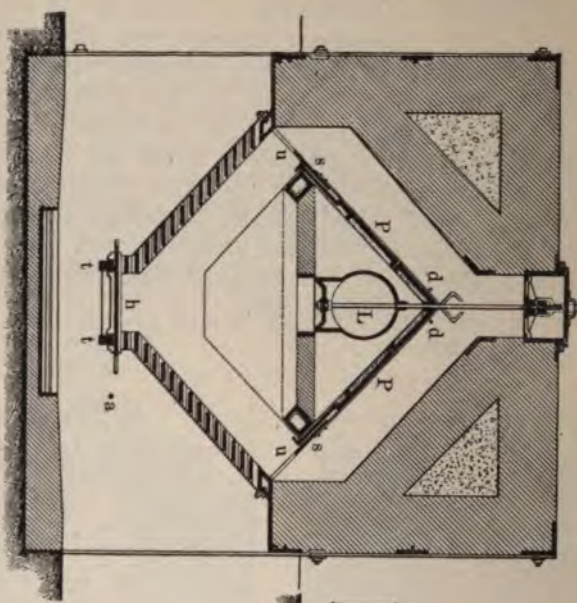



Fig. 291.

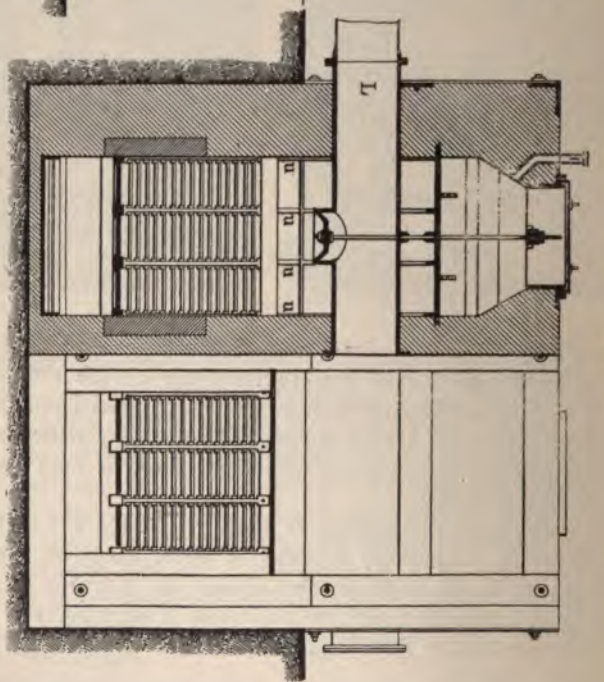



Fig. 292.

rch Rohre *l* zugeführt. Zum Kühlen des Generatorbodens sind Luftcanäle an-bracht. Die Schlacken werden durch Thür *d* entfernt und bei *o* sind Schür-cher angebracht. Das Generatorgas entweicht durch Oeffnungen *n* und anal *G*. Das Gas findet also seinen Abzug unmittelbar nach seiner Bildung . dem heißen Theile des Ofens und ohne mit dem frischen Brennstoffe in erührung zu kommen; während zu gleicher Zeit eine theilweise Destillation in m Schachte stattfindet und der sich bildende Dampf und die Kohlenwasser-offe in Folge dessen nach abwärts und den heißen Theilen des Generators hen, wodurch der Dampf theilweise zersetzt, die theerigen Bestandtheile ver-st und mit dem aufsteigenden Gasstrome vermengt werden.

Mit unwesentlichen Aenderungen hat dieser Gaserzeuger als Wilson'-her Apparat [1]) einige Verbreitung erreicht.

Fig. 289.

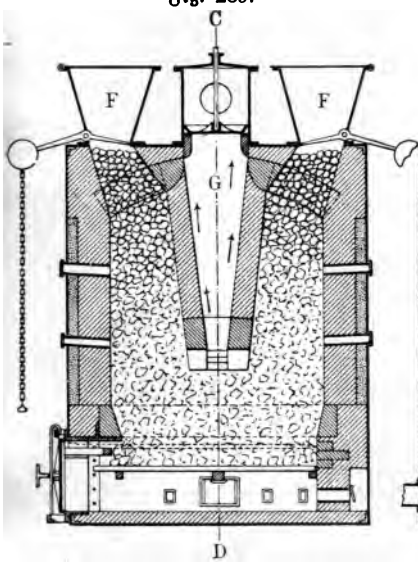
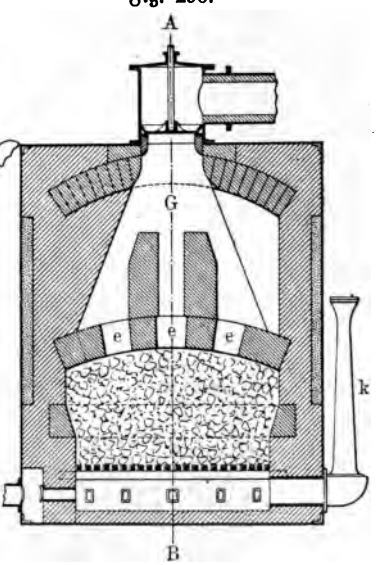



Fig. 290.




Der Generator von Twaite [2]) hat zwei Fülltrichter *F* (Fig. 289 u. 290); ie Vergasungsluft wird durch ein Körting'sches Gebläse eingeführt. Der asabzug *G* ist in der Mitte des Gaserzeugers bis auf zwei Drittel der Schacht-öhe herunter geführt, so daß die Entgasungsproducte der verwendeten Kohlen reits stark glühende Kohlen durchziehen müssen, bevor sie durch Oeffnungen *e* ach *G* entweichen können.

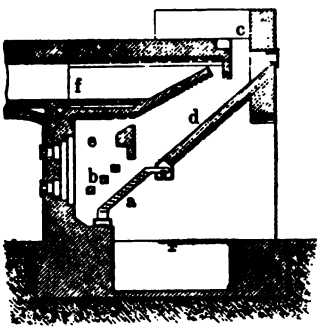
Bei Gasgeneratoren empfiehlt V. Daelen (D. R.-P. Nr. 31466) die nordnung eines Gasfängers, bestehend in einem Hohlkörper, welcher mit inem unteren, in einem horizontalen Schlitz sich öffnenden Theile in das rennmaterial hineinreicht und oben mit dem Gasleitungsrohre communi-rt, und welcher sich der Höhe nach verstellen läßt, zu dem Zweck, bei jedem

[1]) Rev. industr. 1882, 5. — [2]) Engineering (1886) **41**, 82.

(D. R.-P. Nr. 50300), Sailler (D. R.-P. Nr. 46635), Ketchum (D. R.-P. Nr. 71778), Müllenriefen (D. R.-P. Nr. 77323), Wuntzler (D. R.-P. Nr. 81450), Konemann (D. R.-P. Nr. 77382), Freygang (D. R.-P. Nr. 76123), Bellon-Lencanchez (D. R.-P. Nr. 105223) sei verwiesen.

Beim Generator zum Vergasen klarer Braunkohlen von Schulz (D. R.-P. Nr. 211) sind über dem Treppenrost *a* (Fig. 295), dessen Neigungswinkel den natürlichen Böschungswinkel der zu vergasenden Kohle übersteigt, um ein gleichmäßiges Nachsinken desselben zu ermöglichen, in gleichmäßigen Abständen eine Reihe von Gewölben *b* gespannt. Die Kohle wird durch die Oeffnung *c* aufgegeben und gleitet auf der schiefen Ebene *d* in den Raum zwischen dem Treppenrost und den darüber gespannten Gewölben, denselben vollkommen ausfüllend. Die gebildeten Gase treten durch die Zwischenräume der Gewölbe in den Raum *e* und gelangen schließlich, über die auf der schiefen Ebene *d* lagernde Kohle streichend, in den Gascanal *f*, welcher sie der betreffenden Feuerstelle zuführt. Da der Raum zwischen Treppenrost und Gewölbe sich stets vollkommen füllt, ist auch die Schichthöhe des Brennmaterials constant und wird somit auch die Gasproduction bei sonst gleichen Zugverhältnissen des Schornsteins eine gleiche sein. Um nun die Schütthöhe, d. h. die Entfernung zwischen dem Treppenrost und den Gewölben, regeln bezw. verändern zu können, ist der Treppenrost in wagerechter Richtung verschiebbar angeordnet, so daß sich also die Entfernung zwischen ihm und den Gewölben vergrößern oder verringern läßt. (Auch D. R.-P. Nr. 11465.)

Fig. 295.




Für erdige Braunkohle ist nach J. Khern (D. R.-P. Nr. 14529) der Generatorschacht mit einer Ausrüstung von ring- oder glockenförmigen Gußeisenkörpern versehen, welche durch eine Stange centrisch mit dem Ofenschacht festgehalten werden, in ähnlicher Weise, wie dies bei den Braunkohlen-Theerschwelapparaten [1]) üblich ist.

Beim Gaserzeuger von E. Völcker (D. R.-P. Nr. 49221 u. 53153) ist die zwischen dem Schwelraume und dem Luftzuführungsraume befindliche, mit Durchtrittsöffnungen versehene Wand in lothrechter Richtung verschiebbar gemacht, um die auf dem Treppenrost erforderliche Kohlenschütthöhe genau regeln zu können.

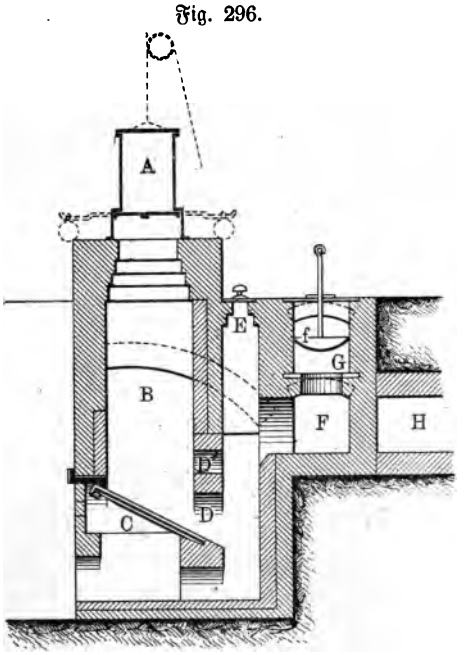
Pintsch (D. R.-P. Nr. 7223) sucht die Schichthöhe dadurch zu verändern, daß er den Neigungswinkel des Rostes nach dem Brennstoffe ändert. Zu diesem Zwecke sind die Rostträger auf Excentern aufgelagert, und durch

[1]) Vergl. F. Fischer, Handb. d. chem. Technologie (Leipzig 1900), S. 119.

die Drehung der Welle, auf welcher die letzteren aufgesetzt sind, wird nun die Neigung der Rostträger und dadurch die des ganzen Rostes geändert, wodurch sich die Dicke der Brennmaterialschicht ebenfalls ändert. — Fölsche (D. R.-P. Nr. 12 779) verschiebt zu gleichem Zweck die Roste.

Zur Vergasung feuchter Brennstoffe werden dieselben nach C. Westphal (D. R.-P. Nr. 67 015) in einen lothrechten Schacht aufgegeben und an hohlen Rosten oder Röhren, die in entsprechender Weise geheizt werden, entlang nach unten geführt. Der Brennstoff wird hierdurch erwärmt und vorgetrocknet, wobei die sich aus ihm entwickelnden Wasserdämpfe durch entsprechende Oeffnungen in den Rosten oder Röhren abgesaugt und entfernt werden. Die auf diese Weise vorgetrockneten Brennstoffe gelangen dann bei ihrem weiteren Herabsinken in den Ofenschacht zwischen ein durch Druckluft gespeistes Rohrsystem und ein als Abzugscanal für die erzeugten Gase dienendes Rohrsystem. Zwischen beiden Systemen erfolgt die vollkommene Vergasung der Brennstoffe in der Weise, daß zuerst die zugeführte Druckluft die Kohle vergast. Indem die erzeugten Gase dann die darunter befindliche glühende Schicht Kohle durchstreichen, werden sie wieder reducirt, so daß ein für Generatorzwecke geeignetes Gas entsteht, welches durch das Abzugscanalsystem abgeführt wird.

Fig. 296.




Zur Erzeugung von Generatorgas aus Holz[1]) wurde nach Nehse und Benrath[2]) durch eine Scheidewand, die bis auf etwa 0,5 m Entfernung von dem tiefer liegenden Ende des schrägen Rostes *C* (Fig. 296) und der in seiner Verlängerung liegenden Rutschfläche aus Formsteinen hinabreicht, von dem Generatorraume *B* der aufsteigende Gascanal unter der Oeffnung *E* abgetrennt, und zwischen ihm und *B*, da sich die Verbindung bei *D* für unbehinderten Gasabzug ungenügend erwies, eine zweite *D'* hergestellt. Beim Betriebe, bei dem mittelst der Sturzvorrichtung *A* mit ihren Bodenklappen, welch letztere wie oben durch die in der Skizze punktirt

[1]) Vergl. auch Holzgas, Wagner's Jahresber. 1855, 431; 1859, 473; 1862, 700; 1864, 686 u. 693; 1865, 738 u. 755; ausführlich bei Leuchtgas. — [2]) Polyt. Centralbl. 1870, 465.

ausgeführten Hebel beweglich, und durch an letzteren hängende Gegengewichte geschlossen gehalten werden, etwa alle halbe Stunde 0,8 bis 1,0 m langes Holz aufgegeben wird, sperrt die vom Roste niedergleitende Kohle die unter dem hinteren Theile des letzteren und seiner Verlängerung frei gelassene, untere Oeffnung des Gasabzugcanals unter $E$ und lagert sich in glühendem Zustande vor die Communicationsöffnungen $D$ und $D'$. Da diese hierbei von der Kohle theilweise geschlossen werden, müssen sie verhältnißmäßig weit angelegt werden. Die erzeugten Generatorgase finden keinen höher gelegenen Ausweg aus $B$, als den durch die Oeffnungen $DD'$ und müssen daher hier die Kohlenschicht durchsetzen, ehe sie in den Canal $F$, durch das Schalenventil $f$ nach dem dem Generatorpaar gemeinsamen Canal $G$, und von hier aus, durch ein zweites gleiches Ventil absteigend, in die nach dem Schmelzofen gehende Gaszuführung $H$ gelangen.

Das durch solche Generatoreinrichtung gewonnene Resultat war nach Beurath ein recht befriedigendes. Der früher in Ermangelung eines Condensators in der Gasleitung sich absetzende Theer, der mehrfach sich aufblähend eine völlige Verstopfung der Canäle bewirkt hatte, war zwischen Generator und Ofen verschwunden, und eine an seiner Stelle auftretende geringe Ablagerung von Ruß, der sehr locker, wenn erforderlich, leicht zu entfernen ist, lieferte den Beweis dafür, daß eine wenigstens theilweise Zersetzung der Theerdämpfe, wie solche beabsichtigt, stattgefunden. Ein anderer Theil des Theers gelangte in Folge der durch die zu durchsetzende glühende Kohlenschicht bewirkten hohen, der Heizung zu Gute kommenden Temperatur der vom Generator gelieferten, sie führenden Gase in der Hauptleitung nicht mehr zur Condensation, und kam somit dem Schmelzofen direct zu Nutze, ohne sich irgend störend bemerkbar zu machen.

Ebelmen[1]) fand die Durchschnittszusammensetzung in Volumprocenten von Generatorgasen aus:

| | Holz I. | Holz II. | Torf | Holzkohle | Koks |
|---|---|---|---|---|---|
| Stickstoff . . . . . | 50,1 | 50,0 | 61,5 | 63,4 | 64,1 |
| Kohlenoxyd . . . . . | 32,4 | 19,0 | 21,8 | 33,3 | 33,5 |
| Kohlensäure . . . . | 7,2 | 13,2 | 9,1 | 0,5 | 0,8 |
| Wasserstoff . . . . . | 10,2 | 17,8 | 7,6 | 2,3 | 1,5 |
| | 99,9 | 100,0 | 100,0 | 99,5 | 99,9 |

Auf der Glashütte Grüneplan wird Generatorgas aus Holz hergestellt. Eine vom Verf.[2]) entnommene und untersuchte Gasprobe hatte folgende Zusammensetzung:

| | | |
|---|---|---|
| Kohlensäure . . . . . | 6,95 Proc. | 37,75 |
| Kohlenoxyd . . . . . | 28,60 „ | |
| Methan . . . . . | 2,20 „ | |
| Wasserstoff . . . . . | 8,54 „ | |
| Stickstoff . . . . . | 53,71 „ | |

[1]) Ann. d. mines (IV) 3, 167; 5, 79. — [2]) Fischer's Jahresber. 1880, 417; 1887, 166.

Fig. 297.

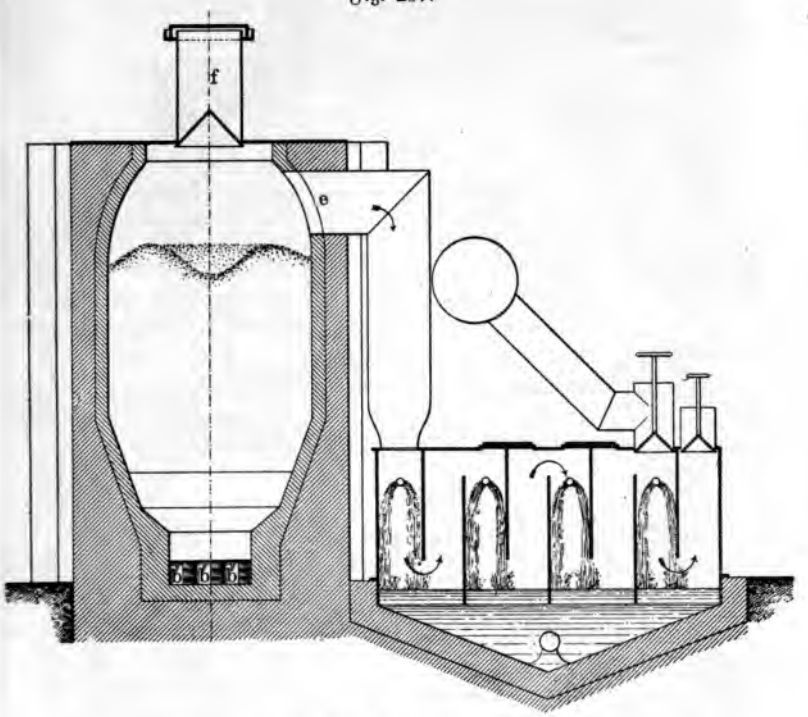



Fig. 298.

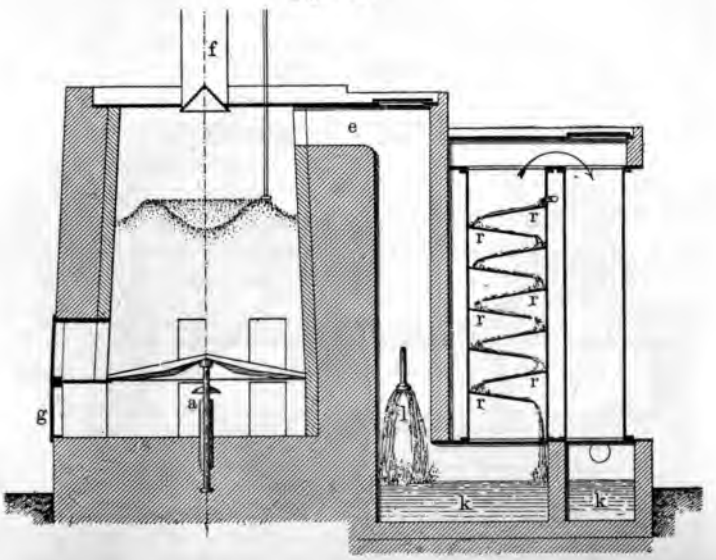


Fig. 299.



Fig. 300.

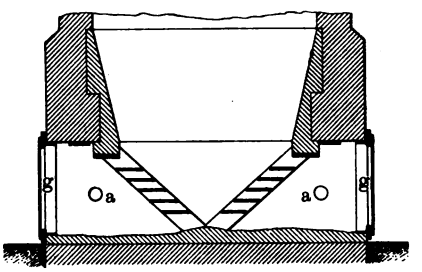
1 cbm dieſes Gaſes hat einen Brennwerth von 1282 w (Waſſerdampf
n 20° als Verbrennungsproduct). 1 k Buchenholz folgender Zuſammen-
ung:

| | |
|---|---|
| Kohlenſtoff | 42,2 Proc. |
| Waſſerſtoff | 5,2 „ |
| Sauerſtoff | 38,1 „ |
| Aſche | 0,5 „ |
| Waſſer | 14,0 „ |

ebt demnach 0,422 : (37,75 . 0,5395) = 2,07 cbm Gas mit einem Brenn-
erthe von 2653 w, d. h. vom Brennwerthe des Holzes rund 70 Proc.
ebrigens legt Verf. auf dieſe eine Gasanalyſe kein großes Gewicht, da ſie
nſcheinend nicht ganz dem Durchſchnitte entſpricht, vielmehr vermuthet er, daß
as Gas durchſchnittlich einen etwas geringeren Brennwerth hat. Im Vergleich
t den bei der trockenen Deſtillation des Holzes entſtehenden Gaſen, welche
ach Analyſen des Verf. etwa 60 Proc. Kohlenſäure enthalten, zeigt obige
nalyſe, daß ein Theil der Deſtillationsgaſe durch die gebildete Holzkohle wieder
educirt wird.

Generatoren für Holz und Torf[1]), welche in Schweden verwendet
erden, wurden mehrfach beſchrieben[2]), beſonders eingehend von R. Aker-
nann[3]). Wegen des hohen Waſſergehaltes dieſer Brennſtoffe (Sägeſpäne
nthalten ſelbſt 60 Proc. Waſſer) werden bei den meiſten Generatoren die Gaſe vor der Verwendung gekühlt oder gewaſchen, um den Waſſerdampf niederzuſchlagen, wobei gleichzeitig der Theer abgeſchieden wird. Fig. 297 zeigt den Gasgenerator von Domnarfvet, Fig. 298 den von Falun, Fig. 299 und Fig. 300 die von Munkfors. Die Aſchenhür *g* iſt meiſt geſchloſſen, ſo daß die Luft durch Düſen *c* (Fig. 299) oder direct zugeführt wird. Das bei *e* ntweichende Gas wird durch Waſſer gewaſchen, welches ſich bei *k* mit dem Theer ſammelt. Beim Generator von Odelſtjerna (Fig. 301 und Fig. 302 uf S. 320), mit Treppenroſt oder Planroſt, werden die Gaſe zur Kühlung urch eiſerne Rohre *h i* geleitet.

Fig. 301.




Nach Analyſen von Särnſtröm hatten verſchiedene Holzarten für Gas-
eneratoren folgende Zuſammenſetzung (trocken):

---

[1]) Vergl. auch die Verwendung des Torfes zur Herſtellung von Gas, Paraffin, Photogen. Wagner's Jahresber. 1859, 609, 619, 634 u. 679; 1860, 19; 1861, 657; 1862, 683 u. 698; 1863, 674, 686 u. 750; 1864, 655 u. 693; 865, 713; 1867, 727. — [2]) Jernkont. Ann. 1878, 276; 1881, 346; 1889, 140. énie civil 1881, 434. — [3]) Berg- u. hüttenm. Jahrbuch 1892, 81; nach Jern-ont. Ann. 1891; Stahl u. Eiſen 1894, 704.

| | Strünke und Wurzeln von Föhre (Pinus silvestris) | | Dürrholz, Latten und Schwartlinge | Föhren-Astholz | | Scheitholz, meist Föhre | Föhren-Sägespäne | Weißtannen-Sägespäne |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Generatoranlage | Munkfors 1889 | Bofors 1889 | Domnarfvet 1889 | Nova Hammarby 1877 | Söderfors 1877 | Fagerſta 1888 | Munkfors 1888 | Munkfors 1888 |
| Holz: Kohlenſtoff | 52,5 | 52,0 | 52,2 | 52,3 | 54,4 | 50,6 | 51,0 | 49,9 |
| Waſſerſtoff | 7,0 | 6,9 | 6,8 | 6,3 | 6,2 | 6,1 | 6,8 | 6,6 |
| Sauerſtoff | 39,4 | 40,1 | 40,4 | 40,4 | 42,0 | 42,6 | 41,85 | 43,15 |
| Stickſtoff | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | | | 0,05 | 0,05 |
| Aſche | 1,0 | 0,9 | 0,5 | 0,7 | 0,4 | 0,7 | 0,3 | 0,3 |

Desgleichen Torf:

| | Trettorf von Oeſteräng | Maſchinentorf, Faſertorf | Trettorf von Svartkärrs-moſſen | Maſchinentorf | Trettorf von Boda bei Vettern | Maſchinentorf, Faſertorf |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Generatoranlage | Årnäs 1887 | Lotorp 1889 | Nova Hammarby 1887 | Bofors 1889 | Årnäs 1887 | Munkfors 1889 |
| Torf: Kohlenſtoff | 47,2 | 55,8 | 52,6 | 56,6 | 52,9 | 55,6 |
| Waſſerſtoff | 4,8 | 5,7 | 5,5 | 6,9 | 5,4 | 6,6 |
| Sauerſtoff | 23,7 | 28,0 | 29,3 | 32,0 | 30,2 | 32,8 |
| Stickſtoff | 1,6 | 1,9 | 1,6 | 1,3 | 2,0 | 1,3 |
| Aſche | 22,7 | 8,6 | 11,0 | 3,2 | 9,5 | 3,7 |

Die Untersuchung der Generatoren ergab:

| | | Munkfors 1889 | Årnäs 1887 | Fagersta 1888 | Forshaga 1888 | | | Falun 1889 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Art des Holzes | | Strünke und Wurzeln von Föhre | Föhren-Reisholz | Scheitholz, meist von Föhre | Sägeabfall (Schwartenstücke) | | | Scheitholz von Föhre (Sägespäne) | |
| Wassergehalt desselben . . . . . | | 12 | 16 | 27 | 60 | 60 | 60 | 12<br>39 | 12<br>39 |
| Generatortype . . . . . | | Munkfors b | Årnäs | Odelstjerna a | Forshaga | | | Falun a | |
| Jedes Generators | Rostfläche, qm . . . . . | 0,0 | 0,81 | 1,72 | 1,37 | 1,37 | 1,37 | 4,4 | 4,4 |
| | Gesammt-Rauminhalt, cbm . . . | 26,7 | 1,9 | 24,2 | 7,4 | 7,4 | 7,4 | 11,4 | 11,4 |
| | Rauminhalt des mit Brennstoff-gefüllten Theiles, cbm . . . | 23,5 | 1,2 | 17,0 | 4,9 | 4,9 | 4,9 | 6,3 | 6,3 |
| | Brennstoffmenge, cbm . . . . . | 23,5 | 1,2 | 9,9 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 5,4 | 5,4 |
| Tagesverbrauch an Brennstoff pro Generator . | | 14,6 | 1,340 | 15,293 | 10,835 | 8,414 | 6,490<br>6,820 | 4,313<br>835 | 4,066<br>788 |
| Anzahl der Generatorfüllungen in 24 Stunden | | 2,8 | 5,6 | 4,1 | 6,6 | 5,1 | 3,7<br>4,1 | 2,9 | 2,7 |

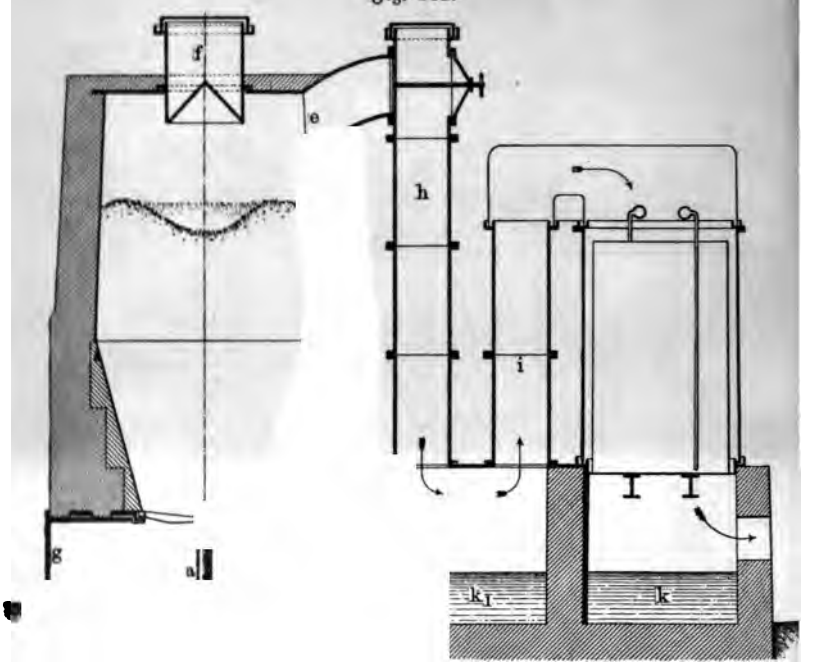
| Art des Holzes | | Munkfors 1889 | Årnäs 1887 | Fagerſta 1888 | Forshage 1888 | | | Falun 1889 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Strünke und Wurzeln von Föhre | Föhren-Reisholz | Scheitholz, meiſt von Föhre | Sägeabfall (Schwartenſtücke) | | | Scheitholz von Föhre (Sägeſpäne) | |
| Temperatur der Gaſe beim Austritt aus dem Generator, Grad | | 180 | 505 | 147 | 125 | 100 | 90 | 300 | 300 |
| Theer, erhalten in Proc. | aus angewendetem Brennmateriale | — | — | 2,9 | — | 2,0<br>0,2 | — | 4,8 | 4,8 |
| | aus trockenem Brennſtoffe | — | — | 4,0 | — | 4,9<br>0,7 | — | 5,7 | 5,7 |
| Theer, proc. Zuſammenſetzung | Kohlenſtoff | — | — | 75,5 | — | 75,0 | — | 82,9 | 82,9 |
| | Waſſerſtoff | — | — | 7,4 | — | 7,6 | — | 7,2 | 7,2 |
| | Sauerſtoff | — | — | 16,6 | — | 17,4 | — | 9,8 | 9,8 |
| | Stickſtoff | — | — | 0,5 | — | | — | 0,1 | 0,1 |
| Proc. Zuſammenſetzung der Gaſe | $CO_2$ | 3,8 | 6,2 | 6,0 | 11,3 | 11,7 | 13,9 | 5,5 | 5,6 |
| | CO | 29,8 | 26,0 | 29,8 | 19,6 | 20,3 | 16,2 | 31,3 | 30,4 |
| | $C_2H_4$ | 0,6 | — | 0,3 | 0,9 | 0,8 | 0,8 | 0,6 | 0,8 |
| | $CH_4$ | 4,2 | 5,1 | 6,9 | 4,3 | 4,2 | 3,3 | 4,1 | 4,5 |
| | $H_2$ | 6,4 | 4,3 | 6,5 | 7,4 | 6,7 | 7,9 | 9,8 | 7,0 |
| | $N_2$ | 55,2 | 58,4 | 50,5 | 56,5 | 56,3 | 57,9 | 48,7 | 51,7 |

| Angewandter Torf | Fasertorf | Trettorf | Trettorf | Fasertorf |
|---|---|---|---|---|
| Wassergehalt desselben | 25 | 22 | 24 | 36 |
| Zusammensetzung der Torfsubstanz: Kohlenstoff | 57,8 | 61,1 | 58,5 | 61,0 |
| Zusammensetzung der Torfsubstanz: Wasserstoff | 6,8 | 6,2 | 6,0 | 6,3 |
| Zusammensetzung der Torfsubstanz: Sauerstoff | 34,0 | 30,6 | 33,3 | 30,6 |
| Zusammensetzung der Torfsubstanz: Stickstoff | 1,4 | 2,1 | 2,2 | 2,1 |
| Generatortypus von | Munkfors | Ovelstjerna, Torf, Holz ꝛc | Ärnäs | Ovelstjerna |
| Generatoren: Rostfläche, qm | 0,0 | 2,84 | 0,81 | 1,8 |
| Generatoren: Gesammtvolumen, cbm | 22,8 | 22,4 | 1,9 | 21,9 |
| Täglicher Verbrauch an Brennstoff pro Generator | 6262 | 7960 | 1498 | 8448 |
| Anzahl der Generatorfüllungen in 24 Stunden | 1,8 | 2,7 | 3,8 | 1,1 |
| Temperatur der austretenden Gase, Grad | 100 | 70 | 300 | 100 |
| Theerausbeute des trockenen und aschefreien Brennstoffs, Proc | 2,1 | | | 3,5 |
| Theer. proc. Zusammensetzung: Kohlenstoff | 70,0 | | | 70,0 |
| Theer. proc. Zusammensetzung: Wasserstoff | 9,9 | | | 9,2 |
| Theer. proc. Zusammensetzung: Sauerstoff | 11,1 | | | 9,0 |
| Theer. proc. Zusammensetzung: Stickstoff | | | | 1,1 |
| Generatorgas: $CO_2$ | 0,0 | 7,1 | 5,1 | 0,0 |
| Generatorgas: $CO$ | 20,0 | 21,5 | 22,5 | 27,0 |
| Generatorgas: $CH_4$ | 0,7 | 0,1 | 0,2 | 0,1 |
| Generatorgas: $CH_4$ | 4,0 | 5,0 | 0,1 | 2,75 |
| Generatorgas: $H_2$ | 5,2 | 7,1 | 5,2 | 12,2 |
| Generatorgas: $N_2$ | 60,0 | 59,2 | 60,2 | 10,15 |

Ein Generator für Sägespäne mit 3,56 m Tiefe, 3,71 m Weite am Boden und 3,42 m Durchmesser lieferte nach Rinman[1]) folgendes Gas:

| | |
|---|---|
| Kohlensäure | 7,18 Proc. |
| Kohlenoxyd | 26,66 „ |
| Aethyl | 0,40 „ |
| Methan | 2,65 „ |
| Wasserstoff | 9,26 „ |
| Stickstoff | 53,85 „ |

Fig. 302.




Weitere Analysen desselben vom Jahre 1877 ergaben für Generatorgas aus Sägespänen:

| | I. | II. | III. | IV. | V. | VI. | VII. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $CO_2$ | 6,7 | 5,8 | 7,5 | 9,9 | 7,8 | 10,8 | 11,8 |
| CO | 29,1 | 28,3 | 26,1 | 25,1 | 26,0 | 19,6 | 20,1 |
| $C_2H_4$ | — | — | — | 0,6 | — | — | — |
| $CH_4$ | 4,2 | 4,1 | 3,0 | 3,8 | 4,3 | 4,0 | 3,6 |
| $H_2$ | 8,0 | 9,0 | 8,3 | 11,4 | 10,9 | 11,6 | 13,9 |
| $N_2$ | 52,0 | 52,8 | 55,1 | 49,2 | 51,0 | 54,0 | 51,1 |

[1]) Jernkont. Ann. 1878, 490; 1881, Heft 6.

Torfgas nach Rinman:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Kohlensäure . . . . | 7,22 Proc. | Methan . . . . . | 2,31 Proc. |
| Kohlenoxyd . . . . | 26,34 „ | Wasserstoff . . . . . | 8,57 „ |
| Ditetryl . . . . . | 0,61 „ | Stickstoff . . . . . | 54.95 „ |

Die Ursache, daß die Sägespängase gewöhnlich für so viel schlechter alten werden als die Holzgase, so daß man sie früher für Siemens-artin-Oefen untauglich hielt, liegt nach Akermann in dem hohen Wasser-alte und der voluminösen Beschaffenheit der Sägespäne, also in dem pro lumeinheit geringen Gehalte an Holzsubstanz, sowie ferner in der un-ıstigen Beschaffenheit derselben, welche nicht nur eine gehörige Trocknung der ıäne verhindert, sondern auch eine gleichmäßige Vertheilung der Gasströme demselben sehr erschwert. Je feiner die Sägespäne sind, desto ärger wirken ürlich die erwähnten Umstände; allein, wenn man durch gute Anordnung ɔ genaue Wartung diese physikalischen Schwierigkeiten überwinden kann, ıen Späne unzweifelhaft ein ebenso gutes Gas wie Holz. Steinkohlen geben : 100 k 370 cbm trockenes Gas, während Torf nur 252 cbm und Holz ɔ Sägespäne nur 220 cbm wasserfreies Gas von 0° und 760 mm Baro-terstand geben. Selbstverständlich werden diese Unterschiede, auf das Brenn-ffvolumen bezogen, am größten, denn man erhält etwa für 1 cbm Stein-ıle 2700 cbm, Torf 580 cbm, Holz 575 cbm und Sägespäne nur 300 cbm ıckenes Gas von obigen Bedingungen.

Wie bei Koksöfen (S. 156), so ist auch bei Generatoren die Einwirkung r Asche und Schlacke des betreffenden Brennstoffs auf das Mauerwerk zu rücksichtigen. Nach Kosmann[1]) war ein Ofen nach Liegel (S. 294) mit askoks angeheizt. Derselbe hatte 9,24 Proc. Asche folgender Zusammensetzung:

| | Asche | | Schlacke | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | in Wasser löslich | Gesammt | I. Gesammt | II. Gesammt | II. in HCl lösl. |
| $O_2$ . . . . . | — | 43,34 | 51,80 | 34,55 | 31,13 |
| $O_2$ . . . . . | — | 0.86 | — | 3,40 | 3,42 |
| $_2O_3$ . . . . . | — | 21,16 | 29,27 | 41,26 | 25,91 |
| $_2O_3$ . . . . . | — | 11,84 | — | — | — |
| $O$ . . . . . | — | — | 3,63 | 0,43 | — |
| $_3O_4$ . . . . . | — | 0,61 | — | — | — |
| $nO$ . . . . . | — | — | 1,17 | 0,25 | 0,25 |
| $O$ . . . . . | 4,18 | 10,53 | 6,85 | 15,14 | 14,68 |
| $gO$ . . . . . | 0,41 | 0,41 | 1,12 | 0,57 | 0,57 |
| $_2O$ . . . . . | 0,83 | 0,86 | 0,33 | 0,06 | 0,06 |
| $O$ . . . . . | 0,59 | 1,88 | 0,70 | 0,67 | 0,67 |
| $)_3$ . . . . . | 7,17 | 7,17 | — | — | — |
| $O_5$ . . . . . | — | 0,61 | — | — | — |
| ien . . . . . | — | — | 5,04 | 3,75 | 3,75 |
| hwefel . . . . . | — | — | — | 0,19 | 0,19 |
| | 13,18 | 99,27 | 99,91 | 100,27 | 80,63 |

[1]) Journ. f. Gasbel. 1879, 617.

Generatorgas.

Nach dreitägigem Betriebe wurde die erste Schlackenprobe genom
Dieselbe war ziemlich strengflüssig und zähe, schnell erstarrend, so da
Reinigung des Schlitzes viel Aufmerksamkeit erforderte. Als darauf im
laufe von etwa vier Wochen die Behandlung des Ofens gelehrt hatte, daß
den ganzen Theil des Schlitzes auf etwa 20 cm Länge gemachsen lassen
und der Betrieb des Ofens dementsprechend zur Regelmäßigkeit gelangt
wurde abermals eine Probe der niederschmelzenden Schlacke genommen
Dieselbe war jetzt, vielleicht in Folge der am zusammengezogenen S
flackern Verbrennungstemperatur, etwas leichtschmelziger geworden und t
von der Schlitzkante herab; der untere Anwärmercyst konnte zeitweilig
gelegt werden. Die Schamottesteine [1]) der Generatorwandung waren aus
Mischung von besten feuerfesten Thonen hergestellt und namentlich war
Steinen in und über der Schlitzkante ein möglichst hoher Thonerdegehalt ge
worden. War im Anfange der Befeuerung des Generators ein leichtes
schmelzen der Steine bemerkbar, so hörte dies auf, nachdem die Wänd
Heizgase sich mit Schlacke bedeckt hatten und der Schlitz gleichfalls dur
an seinen Rändern erstarrte Schlacke seine zuträgliche Form erhalten hatt

In einer Gasanstalt waren die Generatoren mit Steinen aus dem
Garnsticf-Thon ausgekleidet und zur Gasbereitung Kohlen von der K
Louise-Grube bei Zabrze in Oberschlesien verwendet mit 3,54 Proc.
folgender Zusammensetzung:

| | Asche | Schlacke |
|---|---|---|
| Kieselsäure | 61,18 | 61,32 |
| Thonerde | 26,07 | 23,79 |
| Eisenoxyd | 7,32 | — |
| Eisenoxydul | — | 7,41 |
| Manganoxydul | — | 0,78 |
| Kalk | 1,32 | 3,60 |
| Magnesia | 1,18 | 1,50 |
| Natron | 0,33 | 0,80 |
| Kali | 1,79 | 1,35 |

Die leichtschmelzige Schlacke griff die Steine so stark an, daß die
ratorwände rasch völlig zerstört wurden. Sie hielten sich aber, als
Steinen ausgesetzt wurden, deren Zusammensetzung denen der erstgen
Generatoren entsprach.

[1]) Vergl. F. Fischer, Handb. d. chem. Technologie, 4. Aufl. (Leipzig
S. 731.

# Generatorgasfeuerungen.

In den Feuerungen wird das im Generator erzeugte Gas und die erforderliche Verbrennungsluft vom Boden aus oder seitlich eingeführt.

Treten Gas und Luft durch Oeffnungen im Boden ein, was besonders dann geschieht, wo die Generatoren oder Wärmespeicher unmittelbar unter der Feuerung liegen (Fig. 303 u. 304), so wird die Verbrennungsluft getrennt (bei Siemens, S. 330), besser aber unter der Mündung des Gascanals seitlich geführt, so daß schon vor Eintritt in den Ofen eine Mischung erfolgt. Damit keine Verstopfung oder Zerstörung durch Abschmelzen erfolgt, ist es vortheilhaft, größere, etwa quadratische Oeffnungen zu wählen, statt Schlitze.

Bei der Gasfeuerung von Boetius liegen z. B., wie Längsschnitt und Querschnitt (Fig. 303 u. 304) zeigen, unter dem Herde zwei Generatoren *A*. Dieselben werden durch geeignete Ebenen *C*, schräg liegende Roste *D* und nach

Fig. 303.

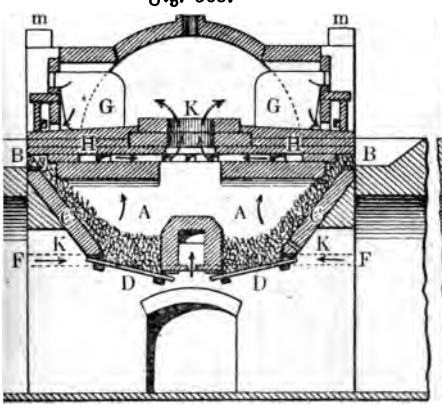
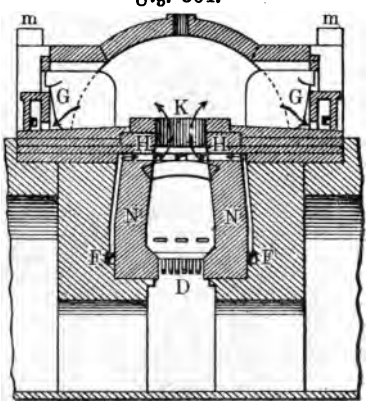



Fig. 304.

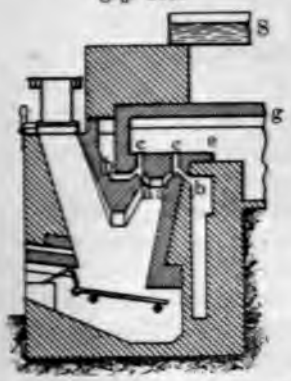



oben sich verengende Seitenwände *N* gebildet. Die bei *B* eingefüllten Kohlen entgasen, der Koks vergast auf dem Roste *D*, so daß die Gase bereits mit hoher Temperatur in den Flammencanal *K* eintreten. Die durch die Seitencanäle *F* zugeleitete atmosphärische Luft erwärmt sich an den Seitenwänden *N* des Generators und in den wagerechten Canälen *H*, tritt aus einer Anzahl seitlicher Oeffnungen in den Gasstrom ein, die Flamme umspielt die Häfen *G*, während die Rauchgase durch kleine Kamine *m* entweichen.

Ist eine völlig reine Verbrennung Bedingung, um die abziehenden Verbrennungsgase noch anderweitig, z. B. zur directen Trocknung von Salz, ver-

wenden zu können, so ist es vortheilhaft, Gas und Luft möglichst zu mischen und erst nach vollständiger Verbrennung mit kalten Flächen, z. B. dem Boden von Verdampfungspfannen, in Berührung zu bringen. Fig. 305 zeigt eine derartige Einrichtung, wie sie in der Saline in Ischl verwendet wird. Das von *a* aus zutretende Generatorgas trifft mit der von *b* kommenden Luft unter einem rechten Winkel zusammen und mengt sich damit schon vor Eintritt in den Verbrennungsraum *c*. Das Gewölbe *g* verhindert, daß die Gase vor der vollständigen Verbrennung den Boden der Salzpfannen *S* treffen [1]). Aehnlich ist die Heupel'sche Feuerung, welche sich in Aussee bewährt [2]).

Fig. 305.




Häufiger werden Gas und Luft seitlich eingeführt. Entweder liegen die Luftcanäle *e* (Fig. 306 u. 307) neben den Gascanälen *v*, oder die Luftcanäle *e* (Fig. 308) münden über den Gascanälen *v*, oder der Gascanal *v* mündet in den Luftcanal *e* (Fig. 309). Bei der ersteren Anordnung mischen sich Gas und Luft erst allmählich, so daß anfangs oxydirende und reducirende Ströme neben einander gehen. Für manche Zwecke, z. B. den Martin-Proceß, soll dieses unter Anderem vortheilhaft sein (S. 364) [3]). Sonst ist es vorzuziehen, den Luftcanal höher münden zu

Fig. 306.

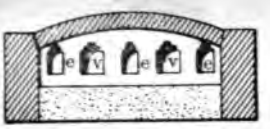



Fig. 307.

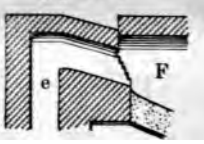



Fig. 308.

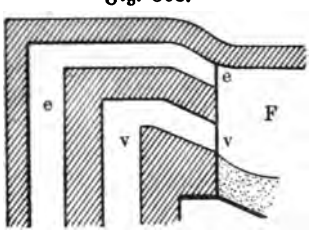
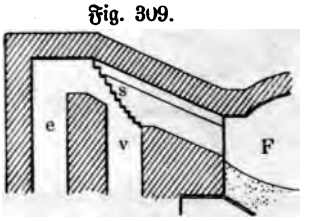



Fig. 309.

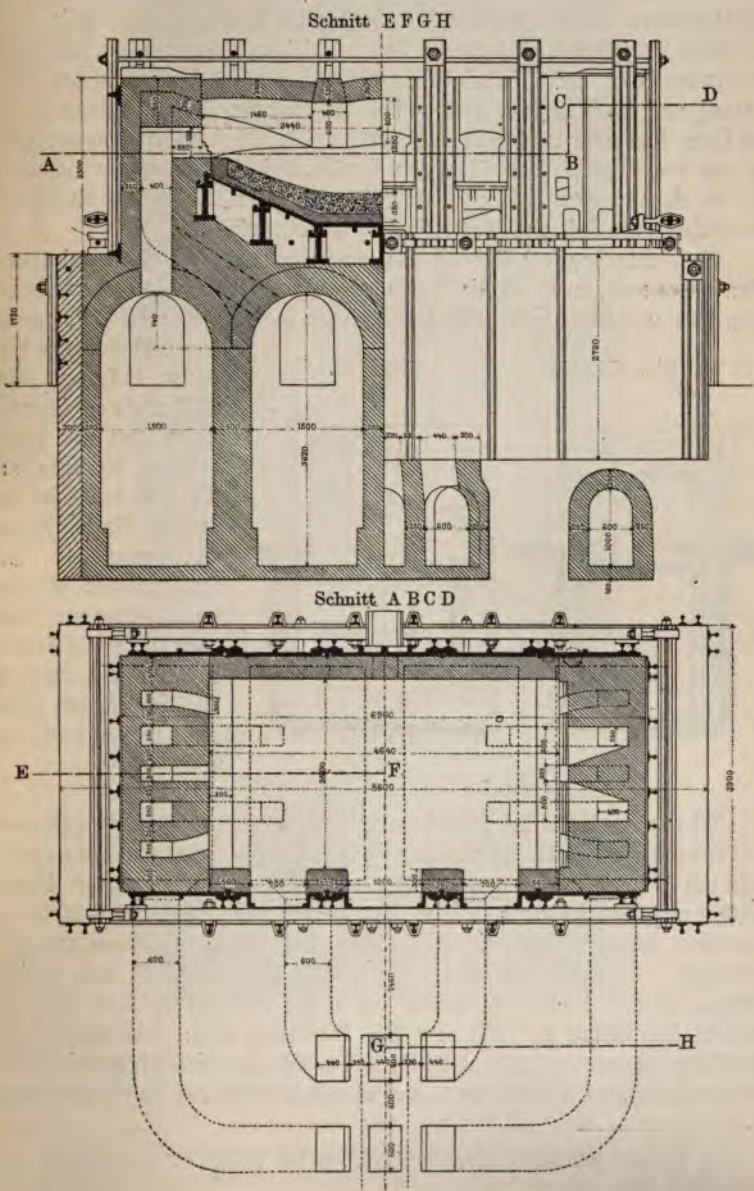



lassen, als den Gascanal, da die specifisch schwerere Luft in den Gasstrom einsinkt, so daß schon beim Eintritt in den Feuerraum lebhafte Verbrennung stattfindet. Bei der Einrichtung Fig. 309 beginnt die lebhafte Verbrennung schon bei *s*, so daß in den Feuerraum *F* die volle Flamme eintritt. Besonders

[1]) Fischer's Jahresber. 1882, 290. — [2]) Das. 1883, 306. — [3]) Die entsprechende Zusammenführung von Luft und Gas im Gasofen mit wechselnder Flammenrichtung von Zahn (D. R.-P. Nr. 35551) ist unpraktisch.

bei vorgewärmter Luft kann aber hier leicht ein Abschmelzen der Decke bei *s* eintreten und dadurch Verstopfung des Canales *v*, somit schwierige Ausbesserungsarbeit.

Fig. 310 u. 311.



Nach W. Soltz [1]) hat sich die Anordnung der Gas- und Lufteinströmungscanäle des 8t-Ofens (Fig. 310 u. 311 a. v. S.) sowohl in Bezug auf den guten Gang des Betriebes, als in Bezug auf die Haltbarkeit der Ofenseitenwände sehr vortheilhaft erwiesen. Wie aus dem Grundriß ersichtlich ist, treffen die Richtungen der drei Gascanäle in einem Punkte der Mittellinie des Ofens zusammen; die lufteinlassenden Canäle sind über den Gascanälen so angebracht, daß sie gegen die Sohle des Arbeitsherdes geneigt sind, wobei ihre Neigung gegen den früher erwähnten Punkt der Ofenmittellinie gerichtet ist. Bei einer solchen Einrichtung muß dahin gestrebt werden, daß die Gesammtquerschnittsfläche der in den Ofen führenden Luftcanäle nicht größer sei, als der Gesammtquerschnitt der aus den Regeneratoren führenden Canäle, weil sonst durch die Schnelligkeit der einströmenden Luft auch der Luftstrom sinken würde, was die schnelle Vermischung von Luft und Gas wesentlich hindern müßte.

Nach Blezinger [2]) sind die Regenerativkammern wie sonst unter dem Ofen angeordnet, nur sind die Gaskammern innen, die Luftkammern außen (Fig. 312 u. 313). Das Gas steigt gerade in die Höhe; die Luft kommt über dem Gaswege nach unten, Luft und Gas müssen also auf einander stoßen und sich durchdringen, da beide mit Druck in den Ofen gelangen. In den kleinen Vorräumen vor dem Herde mischen sich beide und verbrennen dann über dem Herde äußerst rasch. Die Formen der Abzüge nach den Kammern werden somit sehr einfach.

Fig. 312.

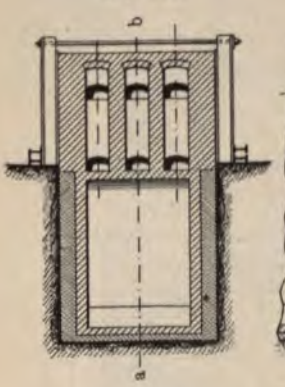


Fig. 313.

Einen wesentlichen Bestandtheil der Gasfeuerungsöfen bilden die sogenannten Regeneratoren. Die Verbrennungsgase entweichen aus den Feuerungen meist mit so hoher Temperatur, daß sie 30 bis 50 Proc. des gesammten Brennwerthes entführen (vergl. S. 279). Um hiervon den größten Theil wieder zu gewinnen, verwendet man im Wesentlichen zwei verschiedene Arten von Einrichtungen. Entweder werden die Gase durch ein Gitterwerk von Steinen geführt, bis diese erhitzt sind, worauf die aufgespeicherte Wärme nach veränderter Zugrichtung auf Luft oder Gas übertragen wird: Wärmespeicher oder Regeneratoren im engeren Sinne (S. 329), oder die Wärme wird durch dünnes Mauerwerk, Thonröhren u. dergl. ununterbrochen auf die Verbrennungs-

[1]) Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen 1893, 17. — [2]) Stahl und 1893, 463.

uft oder auch auf das Gas übertragen, Wärmesparer oder Recuperator enannt (S. 333).

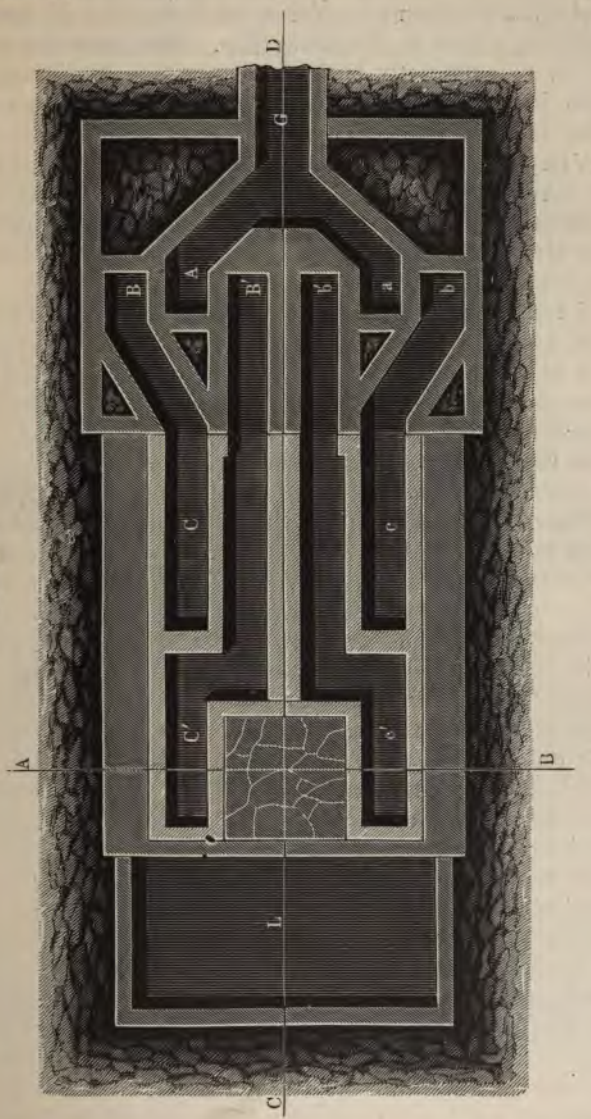



Fig. 314.

Als Beispiel eines Siemens'schen Regenerativofens[1]) möge nach Benrath[2]) ein Hohlglasofen beschrieben werden. Fig. 314 zeigt den wagerechten

[1]) Siemens' Regenerativgasofen (Dresden 1869), S. 90. — [2]) Benrath, lasfabrikation (Braunschweig 1875), S. 142.

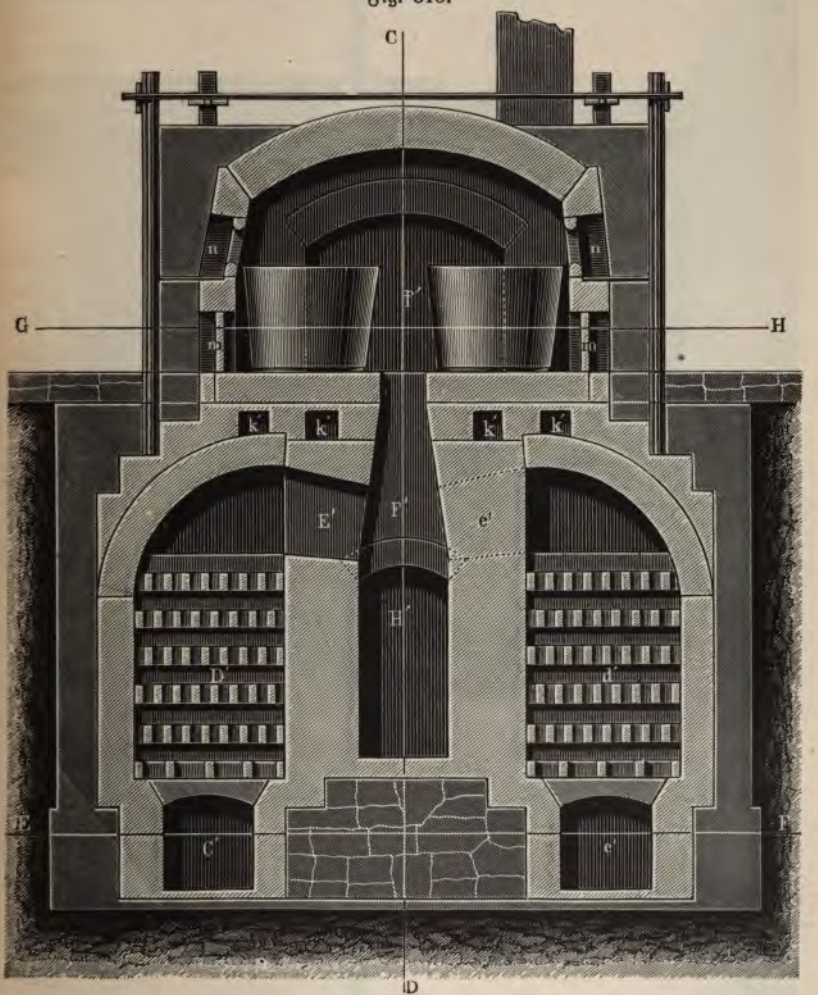
Schnitt der Gas- und Luftleitung. Der Canal $G$ zunächst, mit seiner Verzweigung nach $A$ und $a$, ist das dem Ofen zugekehrte Ende des Kamincanals, das bei $A$ mit dem offenen unteren Ende des Gas-, bei $a$ mit demjenigen des Luftwechselklappenrohres in Verbindung steht. Mit diesem Rohre steht dann über $A$ der vom Generator kommende Gascanal in Verbindung, und wird aus diesem, je nach Stellung der Klappe, das Gas durch den einen der Seitenansätze des kreuzförmigen Rohres nach $B$ oder $B'$ geleitet, wobei im ersteren Falle $B'$, im entgegengesetzten $B$ mit dem Kamine in Verbindung kommt. In derselben Weise wird bei $a$ die durch das obere freie Ende des Rohrkreuzes der Luftwechselklappe angesogene Luft entweder nach $b$ oder nach $b'$ geleitet, und auch hier im ersten Falle $b'$, im anderen $b$ mit dem Kamine in Verbindung gebracht.

Auf dem heller schraffirten Theile des in Fig. 314 wiedergegebenen, im Maßstabe von 1 : 100 entworfenen Horizontalschnittes ruht der eigentliche Ofen, in dessen innere Einrichtung die Schnitte (Fig. 315 und 316) nach den Linien $AB$ und $CD$ vorstehender Figur, sowie der Horizontalschnitt durch den Schmelzraum (Fig. 317 auf S. 331), die, größerer Deutlichkeit halber, im Maßstabe von 1 : 50 ausgeführt worden, einen Einblick gewähren. Ueber den als gleichzeitiger Gas- und Luftzuzug zusammengehörigen Canälen $C'$ und $c'$, sowie $C$ und $c$ befindet sich zunächst je ein sich über die halbe Länge des Ofens erstreckendes Paar Regeneratoren, von denen die rechts von der Mittellinie liegenden $D'$ und $D$ in die Gas-, die links liegenden $d'$ und $d$ in die Luftzuführung des Ofens eingeschaltet sind. Steigen nun Gas und Luft, ersteres durch Oeffnungen im Gewölbe des Canals $C'$ (Fig. 314), letztere in derselben Weise aus $c'$ in die Räume $D'$ und $d'$ auf, so sind sie hier genöthigt, ihren weiteren Weg durch die Züge des diese erfüllenden Steinnetzwerkes zu nehmen, und werden in der Berührung mit letzterem erhitzt, bevor sie aus den Hälsen $E'e'$, deren jeder Regenerator zwei besitzt, in die durch Zwischenwände getrennten Feuerzüge $F'f'$ (Fig. 315 und 316) der Ofensohle, und aus diesen in den Schmelzraum eintreten. Wie ersichtlich, sind die aufsteigenden Theile der aus den Generatoren in den Schmelzraum führenden Züge, von denen $F'$ Gas, $f'$ Luft demselben zuleiten, nur seitlich durch Zwischenwände begrenzt, nach unten hin dagegen offen gelassen, und stehen hier sämmtlich mit einer der zu beiden Seiten des Ofens zwischen den Regeneratoren gelegenen Kammern $H'$ und $H$, den „Glastaschen", in Verbindung, die dazu bestimmt sind, das aus dem Schmelzraume durch die Feueröffnungen und die in solche ausmündenden Verticalzüge $F'$, $F$, $f'$ und $f$ abfließende Herdglas aufzunehmen und flüssig zu erhalten, bis es durch ihre Aufbrechlöcher entfernt werden kann. Diese Taschen sind während der Schmelze durch die Vorsatzkuchen $h'h$ (Fig. 316) geschlossen, sowie durch weitere vorgestellte Formsteine $i'i$ und zwischen letztere und $h'h$ aufgeschüttete Sandfüllung vor Abkühlung möglichst geschützt.

Die Sohle des die Hafen enthaltenden Schmelzraumes, die auf den Ueberwölbungen der Regeneratoren ruht, ist eben. Durch ihre Mauerung hin zieht sich ein vierfaches Canalsystem $k'k$, dessen horizontale Leitungen, mit ihrem

einen offenen Ende außerhalb der Ofenmauerung beginnend, mit dem anderen in die an beiden Breitseiten des Ofens errichteten Kamine $K'K$ münden. Zweck dieses Rohrsystems ist, eine Circulation kalter Luft innerhalb des Mauerwerkes der Sohle zu bewirken, und hat sich dasselbe, einmal beim Abkühlen=

Fig. 315.




lassen der geschmolzenen Glasmasse, vor der Ausarbeitung derselben, bei dem es ein gleichmäßiges Kühlen des ganzen Ofens wesentlich unterstützt, dann aber auch zur Erhaltung des Mauerwerkes der Sohle sehr geeignet erwiesen.

An den Breitseiten liegen die Hafenthore *l* (Fig. 316 und 317), in der Mauerung der Langseiten vor jedem Hafen die Aufbrechlöcher mit ihren Vorsetzkuchen *m m*, über diesen die Formsteine mit auf ihnen ruhenden, ihre

Breite vergrößernden Eisenplatten, die in Fig. 317 sichtbar, sowie die die Arbeitslöcher [illegible] umschließenden Ringsteine. Das sehr flache, aus Quarzitsteinen

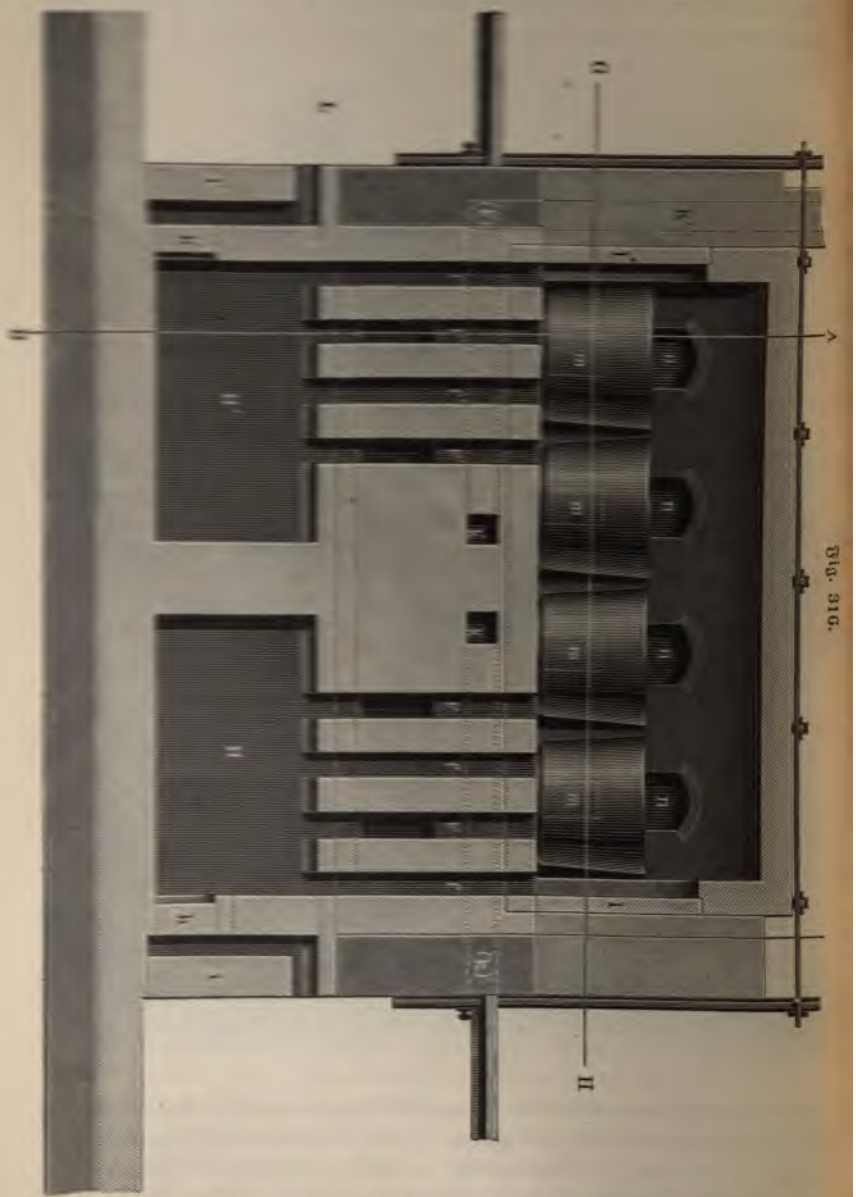


Fig. 316.

hergestellte Gewölbe übt starken Seitendruck gegen die Widerlager, und erfordert daher eine kräftige Verankerung des ganzen zu Tage liegenden Ofenbaues.

Wir haben oben Gas und Luft auf ihrem Wege vom Generator aus verfolgt, bis sie, in den Regeneratoren erhitzt, getrennt in den Schmelzraum eintraten, hier erfolgt ihre Vereinigung, das Gas entzündet sich und durchstreicht bei durch Sperrventile und Kaminzug erreichbarer richtiger Bemessung der Mischungsverhalten mit langer Flamme brennend den Schmelzraum des

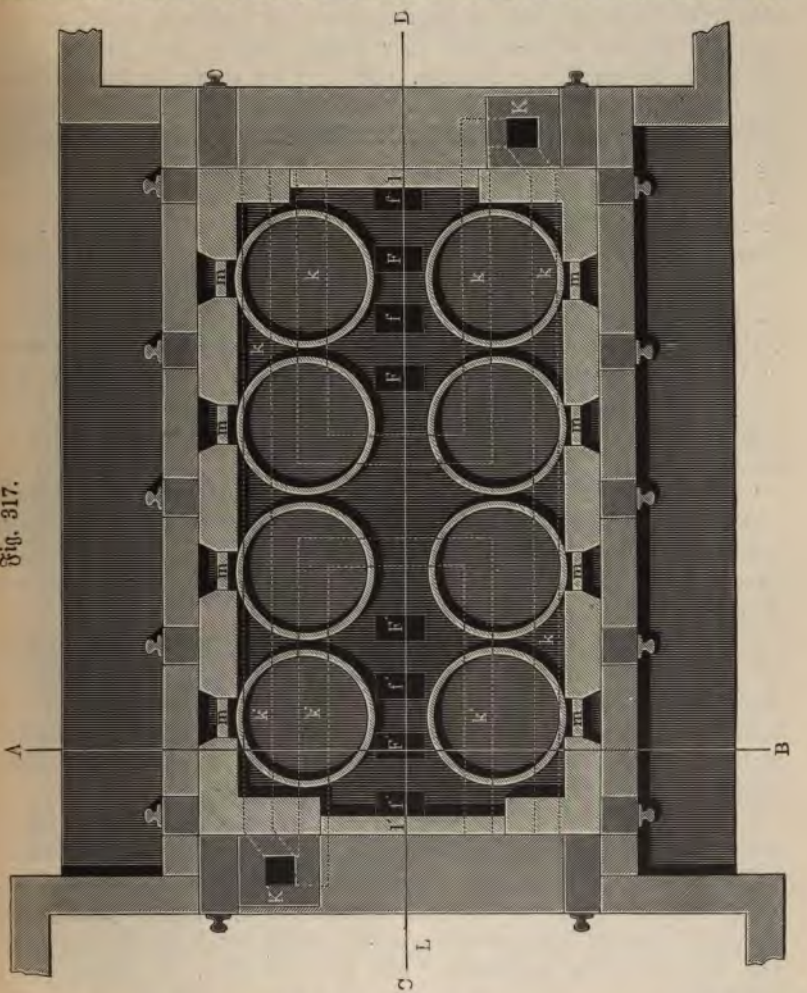



Fig. 317.

Ofens in der Richtung von $F'f'$ nach $Ff$. In ganz derselben Weise wie die Feueröffnungen $F'f'$ an der von den Generatoren abgekehrten Seite des Ofens mit der inneren, stehen die an der entgegengesetzten Seite des Schmelzraumes befindlichen Feueröffnungen $Ff$ und ihre über $Cc$ des Verticalschnittes (Fig. 315) gelegenen Regeneratoren $Dd$ mit der äußeren Seite der Wechselklappen in Verbindung. Bei der den Klappen der bisherigen Annahme

gemäß gegebenen Stellung stehen diese äußeren seitlichen Abzweigungen der die Wechselklappen umschließenden Rohre beide mit dem Zugkamine in Verbindung; dieser wirkt daher saugend auf die Canäle *BC* und *bc* (Fig. 314) und durch sie auf die Regeneratoren *Dd* und die Feueröffnungen *Ff*. Letztere entführen somit dem Schmelzraume die heißen Verbrennungsproducte, die, in absteigender Richtung durch die Regeneratoren *Dd* streichend, dem Steinnetzwerk derselben den größten Theil ihrer Wärme abgeben, und hierbei, selbst gekühlt, in die Canäle *Cc* eintreten. Ist der Ofen etwa eine halbe Stunde bei der beschriebenen Stellung der Wechselklappen geheizt, so sind die früher heißen Regeneratoren *D'd'* abgekühlt, die kälteren *Dd* erhitzt. Werden jetzt die Wechselklappen umgestellt, und hierdurch die Gaszuführung sowie die Saugeöffnung für atmosphärische Luft mit den Canälen *BC* und *bc* den über diesen liegenden Regeneratoren *Dd* und den Feueröffnungen *Ff*, die Feueröffnungen *F'f'* dagegen und die ihnen zugehörigen Regeneratoren mit dem Zugkamine verbunden, d. h. die Richtung des Gasstromes im Ofen gegen die entgegengesetzte vertauscht, so müssen Gas wie Luft das während der vorigen Periode frisch erhitzte Regeneratorpaar passiren, und werden nunmehr in diesem vorgewärmt, während die abgehenden Verbrennungsproducte ihre Hitze jetzt an das vor dem Umschlagen der Wechselklappen durch die dem Ofen zuströmenden Brennstoffe abgekühlte Steinnetzwerk der Regeneratoren *D'd'* abgeben.

Die Umkehrung der Zugrichtung im Ofen wird etwa alle halbe Stunde wiederholt, und findet daher Aufspeicherung der Wärme der abgehenden Gase, sowie Uebertragung des in den Regeneratoren angesammelten Wärmevorrathes an die zuströmenden, in stetem Wechsel bald auf der einen, bald auf der anderen Seite des Ofens statt.

F. Siemens (D. R.-P. Nr. 568 u. 7000) beschreibt ferner Abarten des Regenerators, für welche er als neu beansprucht: „Die eigenthümliche Theilung und doppelte Benutzung der in dem Regenerator erhitzten Luft, wodurch es möglich wird, die durch jeden Ventilwechsel sich steigernde Heizung der Regeneratoren mit der Erzeugung eines continuirlichen, in gleichmäßiger Richtung abgehenden Stromes erhitzter Luft zu verbinden."

Einen stündlichen Ventilwechsel vorausgesetzt, empfiehlt Gruner für je 100 k im Generator vergaster Kohle für zwei zusammengehörende Generatorkammern 6 t-Ziegel, also etwa 3,3 cbm oder mit Zwischenräumen 6,6 cbm. Haben diese 6 t-Ziegel eine specifische Wärme von 0,25, so können sie schon bei einem mittleren Temperaturunterschiede zwischen den beiden Ventilwechseln von 200° 3000 hw aufspeichern, also etwa 50 Proc. des Brennwerthes des Gases.

Um dem Steinmateriale der Wärmespeicher ein erhöhtes Wärmeleitungsvermögen zu ertheilen und dasselbe zu befähigen, eine größere Wärmemenge aufzunehmen, schlägt Daelen (D. R.-P. Nr. 26 504) vor, in das Mauerwerk derselben Eisenkörper einzubetten. Da Eisen etwa 10 mal besser die Wärme leitet als feuerfester Stein, und auch seine Wärmecapacität eine größere ist, so kann hierdurch der erstrebte Zweck wohl erreicht werden. Das Eisen soll nun

entweder in regelmäßigen Stücken mit den Steinen in Verband gelegt, bezw. wenn wegen zu hoher Temperatur eine rasche Oxydation der freiliegenden Eisenflächen zu befürchten ist, ganz in das Steinmaterial eingebettet, oder aber in kleineren unregelmäßigen Stücken, welche durch Granulation oder sonstige mechanische Zerkleinerungsverfahren gewonnen werden, schon bei der Anfertigung feuerfester Ziegel u. dergl. der Masse beigemengt werden. — Nach letzterem Vorschlage hergestellte Steine werden bald zerstört sein; das ganze Verfahren dürfte kaum vortheilhaft sein.

Diese Wechselöfen haben den Uebelstand des lästigen Umsteuerns mit seinen bei jedem Wechsel eintretenden Verlusten an Gas und Wärme. Sind überdies die Wechselklappen nicht dicht, dann ergeben sich dauernde Verluste an

Fig. 318.

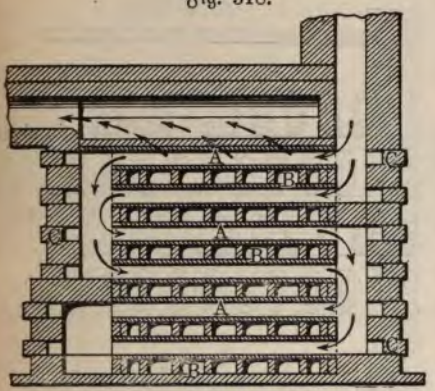



Fig. 319.

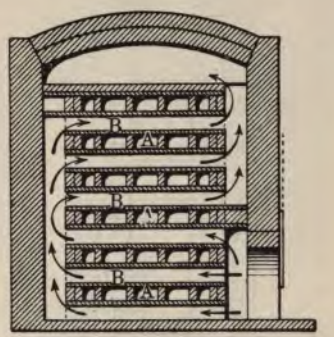
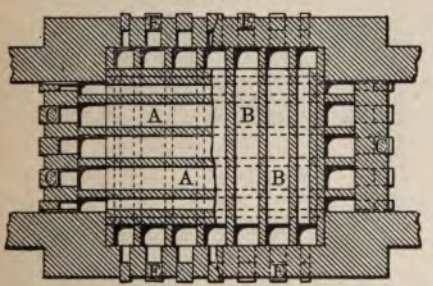



Fig. 320.




Gas, die sehr groß werden können. Die Temperaturen von Gas und Luft ändern sich von einem Wechsel zum anderen. Die Kammern werden durch den darin sich ablagernden Staub (namentlich beim basischen Martin-Ofen) verstopft, auch stark angegriffen, und müssen daher häufig umgepackt werden. Auch ist man nicht in der Lage, die Temperaturen von Gas und Luft unabhängig vom Gange des Ofens und von der Beschaffenheit der abgehenden Flamme zu wechseln. Das Ofengewölbe leidet durch den Temperaturwechsel.

Die Wärmesparer (Récupérateurs) werden besonders in Frankreich vorgezogen [1]). Fig. 318 bis 320 zeigen eine derartige Vorrichtung von Charneau [2])

[1]) A. Lencauchez, Etude sur les combustibles (Paris 1878). — [2]) Ann. industr. 1888, 562.

in zwei lothrechten und einem wagerechten Schnitte. Die Verbrennungsg
entweichen durch die Canäle *A* nach unten zum Schornstein, während du
die Canäle *B* die Verbrennungsluft aufsteigt und stark vorgewärmt in d
Feuerraum tritt. Reinigungsöffnungen *C* und *E* vervollständigen die A
lage. Hier findet also kein Wechsel der Flammenrichtung statt.

Nach A. Klönne (D. R.-P. Nr. 25 201) tritt die Verbrennungsl
(Oberluft) bei *a* (Fig. 321 u. 322) ein, bewegt sich in Schlangenlinien, wel
durch Pfeile bezeichnet sind, beispielsweise durch vier Röhrenelemente, bis s
bei *b* austritt und zum Verbrennungsorte geführt wird. Die Vergasungsl
(Unterluft) tritt bei *c* ein, geht ebenfalls in Schlangenform durch zwei Elem

Fig. 321.

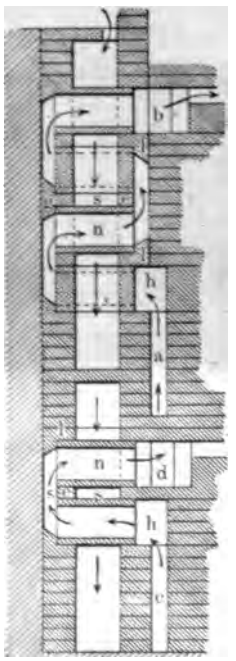
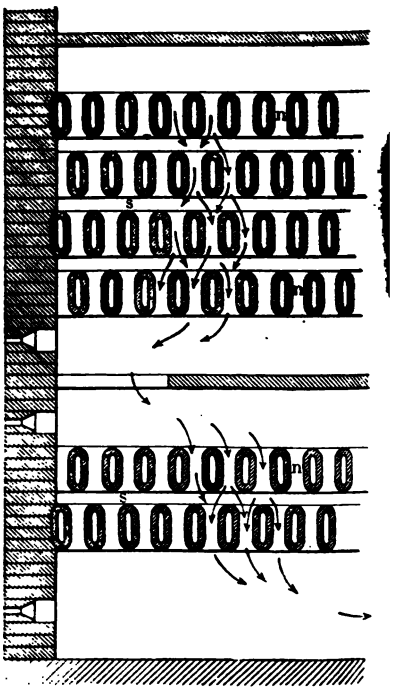



Fig. 322.



und wird von *d* aus unter den Rost des Generators geführt. Die wärm
abgebenden, abziehenden Rauchgase durchkreuzen die Luftbewegung und zieh
von oben nach unten durch die Wärmeausgleichvorrichtung. Die Construct
besteht in der Hauptsache aus einem kreuzweise mit Langschlitzen gelochte
Steine *n*, welcher mit anderen Fassonsteinen *bek* so in Verband steht, daß d
Luftwege in der lothrechten Ebene gegen einander versetzt sind. Die Canäle
dienen zum Putzen und Beobachten der Regeneration. (Vgl. S. 360.)

C. Nehse (D. R.-P. Nr. 12 761) will den Ofen *A* (Fig. 323) mit de
Wärmeübertrager und dem Generator *G* möglichst nahe stellen. Das i
Generator erzeugte Gas wird durch Canal *f* dem Ofen zugeführt, die im Lu

:hitzer *g* vorgewärmte Luft tritt durch Canal *h* in den Ofen und erhält bei *i* :e Verbrennung. Die Producte der Verbrennung entweichen aus dem Ofen :i *k* und strömen in den Sammelcanal *l*, von wo ein Theil derselben durch :n Canal *m* um den oberen Theil des Generators, und schließlich durch den :anal *n* nach dem Schornsteincanale *o* geleitet wird, während der übrige Theil :r Abhitze durch den Canal *p* in den Lufterhitzer *g* eintritt und bei *r* in den Schornsteincanal *o* geht (Fig. 324).

Der Lufterhitzer *g* besteht aus den Canälen *v*, welche in mehreren Reihen ı der Art über einander liegen, daß jedesmal ein Canal einer der Horizontal=

Fig. 323.

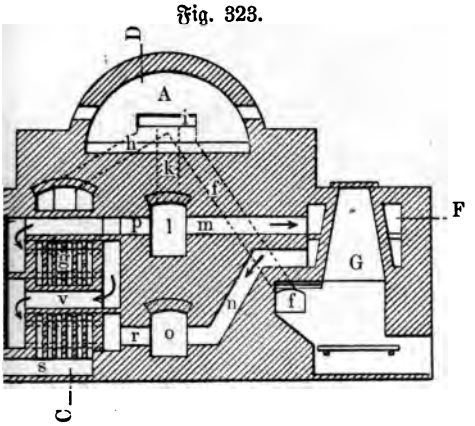
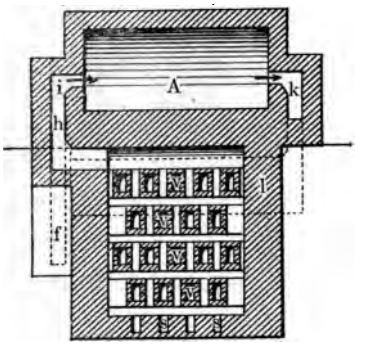


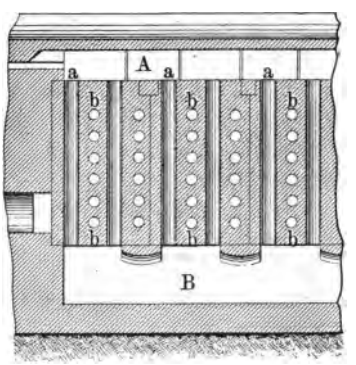

Fig. 324.




:ihen über bezw. unter dem Zwischenraume zwischen den Canälen der nächst nteren oder oberen Reihe liegt. Die Abhitze des Ofens durchstreicht diese :anäle in der Richtung der angedeuteten Pfeile und entweicht bei *r* nach dem Schornsteine. Die zu erwärmende Luft tritt in den Erhitzer bei *s* ein und rculirt um die Canäle *q* in entgegengesetzter Richtung zur Abhitze, um durch :n Canal *h* bei *i* den Gasen zugeführt zu werden.

Bei Gasfeuerungen empfiehlt Ch. Schön (D. R.=P. Nr. 22 399) die Anwendung langer, neben einander lie=ender Canäle für Gas und Luft als Wärmespeicher, was nicht empfehlens=werth ist.

Fig. 325.




Nach Haupt und Mendheim (D. R.=P. Nr. 3972) sind in großen Werkstätten aus feuerfestem Material rothrechte, röhrenförmige Canäle *a* (Fig. 325) angebracht, durch welche die abgehenden Feuergase hindurchstreichen und den ganzen Stein erhitzen, so daß die durch die wagerechten Röhren *b* irculirende Luft sich erwärmt. Die vom Ofen kommenden Flammen treten zu=

nächst in den Canal $A$, durchziehen die Röhren $a$ und gelangen durch den Canal $B$ zum Schornsteine. Die Verbrennungsluft wird von außen mittelst Canälen in die Röhren $b$ eingeführt, von welchen sie schließlich zu den Gasen behufs deren Entzündung gelangt.

Nach Daelen und Blezinger[1]) entweichen die Verbrennungsgase zuerst durch gemauerte Canäle, dann um gußeiserne, ovale Rohre; die zu erwärmende Luft wird parallel durch die Rohre und die entsprechenden Canäle den entgegengesetzten Weg nach unten gedrückt und nimmt auf diese Weise die Abhitze

Fig. 326.

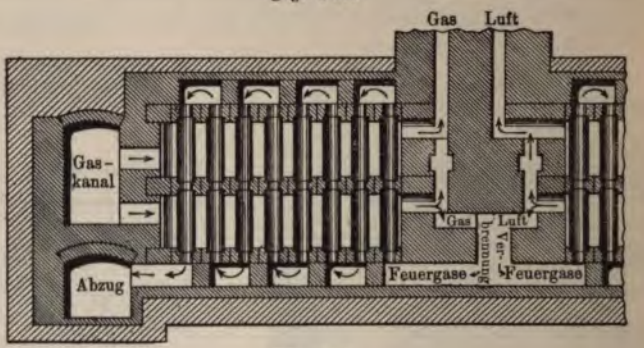
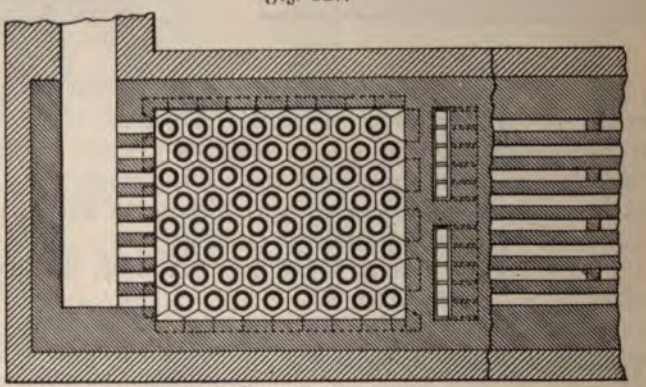



Fig. 327.



der Feuergase auf (Fig. 326 und 327). Durch Verstellen des Gasventils und der Luftklappe kann die Flamme fast augenblicklich geregelt werden. — Werden diese „Recuperatoren" aus dünnwandigen (25 bis 30 mm) Thonröhren mittelst entsprechender Paßstücke zusammengesetzt, so gehen die den Recuperator erhitzenden Feuergase durch die Röhren auf und ab, die zu erhitzenden Gase umspülen die Rohre. Der Zwischenraum zwischen den Röhren ist zwar reichlich, aber doch so bemessen, daß die gesammte Oberfläche der Rohre von den zu erhitzenden Gasen bestrichen werden muß. Von den in den

[1]) Stahl u. Eisen 1893, 464.

Recuperatoren erhitzten Gasen und der erhitzten Luft wird ein geringer Theil in eine Verbrennungskammer vor den beiden Recuperatoren geführt und so auf einfache Weise die fortwährende Heizung der Recuperatoren erzielt. Der größte Theil der erhitzten Gase sowie Luft gehen auf möglichst kurzem Wege zum Ofen. — Dauber (D. R.-P. Nr. 77 399) will statt dessen Schlangenröhren verwenden.

Nach A. Pütsch (D. R.-P. Nr. 1034) werden die Brenngase in dem Generator $A$ (Fig. 328 u. 329) erzeugt, treten in die Feuerbrücke $B$ und entzünden sich dort an der aus dem Spalt $a$ ausströmenden, stark vorgewärmten Luft und streichen als Flammen über den Herd $C$. Die abziehenden Feuergase gelangen durch den Fuchs $b$ in die Steuerkammer $D$. Diese enthält zwei Oeffnungen $d_1$ und $d_2$, welche zu den beiden Regeneratoren $E_1$ und $E_2$ führen und abwechselnd durch einen aus feuerfestem Material hergestellten Schieber geöffnet und geschlossen werden können. In Fig. 329 hält der Schieber die Oeffnung $d_2$ verschlossen, die abziehenden Feuergase ziehen daher durch die Oeffnung $d_1$ in den Regenerator $E_1$ und geben ihre Wärme an die daselbst gitterförmig aufgestellten Steine ab, worauf sie durch den Canal $c_1$ bei der aus Fig. 329 ersichtlichen Stellung der Luftklappe $F$ in den Schornsteincanal $e$ gelangen. Inzwischen tritt atmosphärische Luft durch das mit einem Regelschieber versehene Luftloch $f$ (Fig. 329) auf die andere Seite der Luftklappe $F$ und von dort aus in den Canal $c_2$, durchstreicht den durch vorherigen Betrieb erhitzten Regenerator $E_2$ und verläßt denselben stark erwärmt durch die Oeffnung $g_2$, welche zu einer zweiten Steuerkammer $G$ führt. Letztere ist der früher beschriebenen Steuerkammer $D$ analog angelegt. Je nach der Stellung ihres Schiebers correspondirt sie durch die Oeffnungen $g_1$ und $g_2$ abwechselnd mit einem der beiden Regeneratoren $E_1$ und $E_2$. Aus der Steuer-

Fig. 328 u. 329.

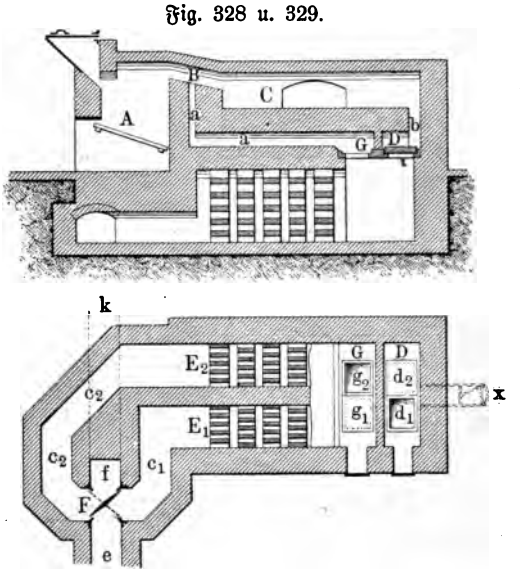
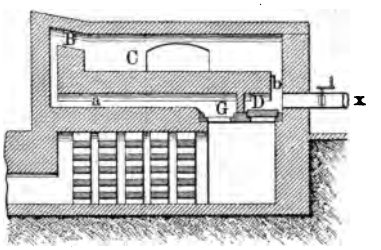


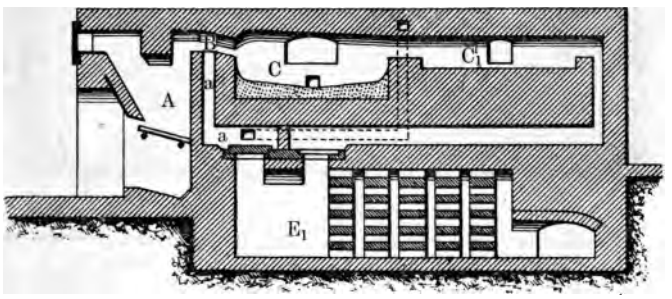

Fig. 330.



selben Ofen sämmtliche für die chemische und hüttenmännische Industrie erforderlichen Processe sowohl der Reduction als auch der Oxydation bei constanter Flammenrichtung ausführen.

In einer chemischen Fabrik wurde ein in Fig. 331 dargestellter, mit einem Vorglühherde versehener Reductionsofen erbaut. Die Gase treten aus dem Generator $A$ in eine Feuerbrücke $B$, werden durch die aus dem Canal $a$ dem Regenerator $E_1$ entströmende heiße Luft zur reducirenden Flamme

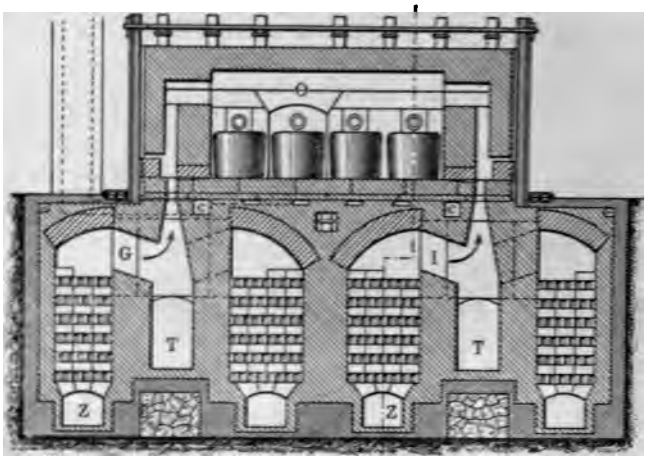
Fig. 331.

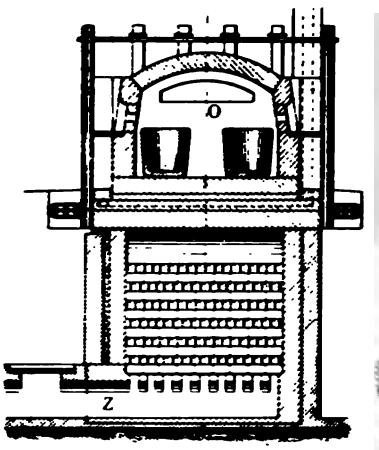



entzündet und durchstreichen den Herd $C$, um in den Vorglühherd $C_1$ einzutreten. $C$ und $C_1$ sind durch eine Feuerbrücke geschieden, in welcher der aus dem Herde $C$ kommenden Flamme durch den in der Zeichnung angedeuteten Canal nochmals heiße Luft zugeführt wird, welche, wie die punktirten Linien andeuten, ebenfalls aus dem Regenerator entnommen ist. Es ist also die Möglichkeit gegeben, in ein und demselben Ofen, je nach der Menge Luft, welche der Flamme im Vorglühherde zugeführt wird, gleichzeitig zu oxydiren und zu reduciren.

Friedr. Siemens (D. R.-P. Nr. 31113) versuchte[1]) seiner Ansicht Verbreitung zu verschaffen, daß in den von ihm construirten Gasflammöfen die Wärme nicht durch Berührung mit der Flamme selbst, sondern nur durch Strahlung übertragen werde, während die aus der Kammer entweichenden Verbrennungsproducte nur durch unmittelbare Berührung mit den zu erhitzenden Flächen wirken sollen. Siemens meint ferner, jede Heizflamme besitze bis zu einem gewissen Grade der Entwickelung eine viel größere Wärmeausstrahlung als später, trotzdem noch viel Wärme in der Flamme vorhanden sei, und

[1]) Vergl. F. Siemens, Heizverfahren mit freier Flammenentfaltung (Berlin 1885). Vortrag im Verein zur Beförderung des Gewerbfleißes am 1. Dec. 1884 (vergl. Sitzungsberichte 1884, 259) bezw. auf der Generalversammlung für Gesundheitstechnik zu Frankfurt a. M. (vergl. Gesundheitsingenieur 1884, 602 und 1885, 268), in der III. Hauptversammlung des Sächsischen Ingenieur- und Architektenvereins (vergl. Civilingenieur 1884, 537), endlich in der gemeinschaftlichen Versammlung des Niederrheinischen, Kölner, Bergischen und Ruhr-Bezirksvereins deutscher Ingenieure in Düsseldorf, 7. Febr. 1885 (vergl. Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1885, 405); Berg- u. hüttenm. Ztg. 1885; Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen 1885, Heft 15; Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen 1885.



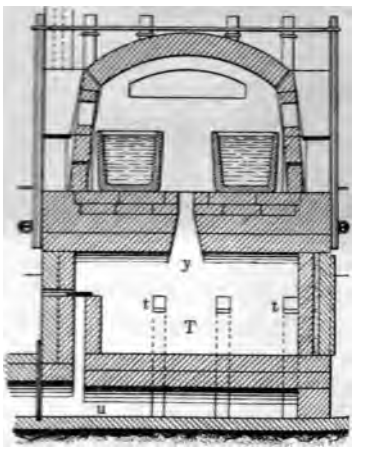
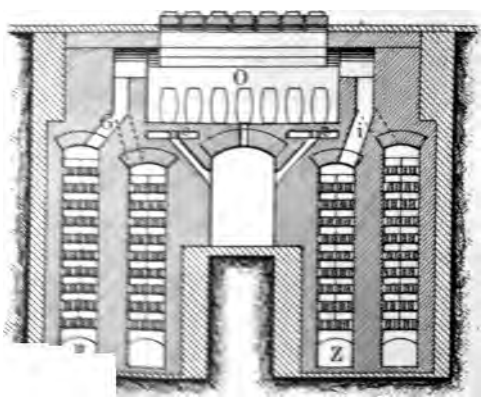




Fig. 335.



bezeichnet diesen Anfangszustand als „actives Stadium", den zweiten Theil der Flamme aber als „passives Stadium".

Die Fig. 332 bis 334 veranschaulichen die Einrichtung der neuen Feuerung bei Glashafenöfen, Fig. 335 bei einem Tiegelstahlschmelzofen, Fig. 336 und 337 (a. f. S.) bei einem hufeisenförmig gestalteten Glasschmelzwannenofen für ununterbrochenen Betrieb, Fig. 338 bei einem hufeisenförmig gestalteten Glasschmelzhafenofen, Fig. 339 und 340 bei einem Stahlschmelzofen und Fig. 341 bei einem Dampfkessel. Bei sämmtlichen Oefen in Fig. 332 bis 340 umschließt ein Gewölbe den Ofenraum *O*. Von den vier Regeneratoren dienen zwei für Gas und zwei für Luft; vier Canäle *Z* führen Gas und Luft von den Wechselklappen nach den Regeneratoren oder die Verbrennungsgase in umgekehrter Richtung, während die Canäle *Gg* und *Ll* die Regeneratoren mit dem Ofenraume verbinden. Darunter befinden sich bei den Glasöfen die zur Aufnahme von Herdglas und Gemengestaub bestimmten Taschen *T* (vergl. Fig. 332 und 334). Die Arbeitsplätze sind in bekannter Weise mit Deckeln versehen.

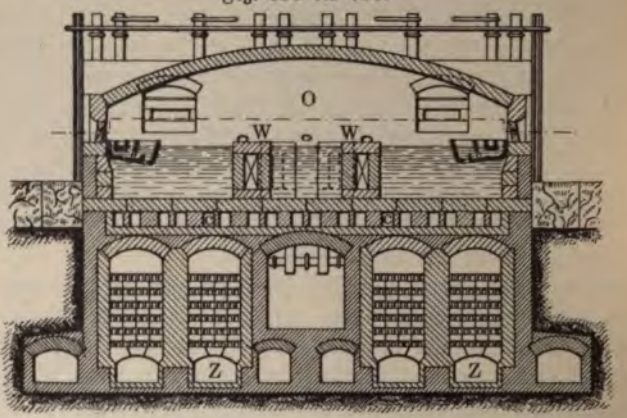
Um den beabsichtigten Zweck bei Glasschmelzhafen zu erreichen, mußte man von der Anlage der Gas- und Luftfüchse zwischen den Hafen absehen, dieselben an die Stirnwände verlegen und Gas und Luft entsprechend hoch in bestimmter Richtung in den Ofenraum eintreten lassen, jedoch so, daß sie von dem Gewölbe als auch von den Seitenwänden des Ofenraumes abstehen, wie in Fig. 332 bis 334 bezw. Fig. 338 zu ersehen ist; dadurch wird der Flamme genügend Raum zur freien Entwickelung gegeben und möglichst fern von den Wandungen gehalten. Es ist ferner vortheilhaft, die vier Regeneratoren mit ihren Verbindungscanälen *Z* rechtwinkelig zur Längsachse des Oberofens zu legen, wodurch die Lage der Wechselventile auf der Breitseite des Oberofens bedingt wird.

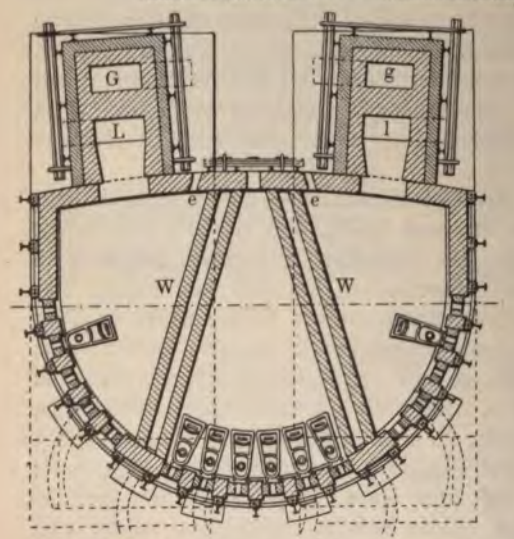
In Fig. 337 und 338 liegen die Gascanäle *G* und *g* bezw. die Luftcanäle *L* und *l* hinter einander, während in Fig. 330 bis 340 diese Canäle neben einander angeordnet sind. Die Glastaschen befinden sich bei dem Ofen Fig. 332 zwischen einem Paar Regeneratoren; Fig. 336 zeigt dagegen eine Anordnung, wo nur eine Glastasche vorhanden und dieselbe mitten im Ofen gelegen ist. Besondere Canäle *t* zweigen sich hier an mehreren Stellen seitlich in dem Mauerwerke der Tasche ab und vereinigen sich unter derselben in einem gemeinschaftlichen Canale *u*, welcher mit dem Schornsteine in Verbindung steht. Diese Anordnung bezweckt, da man durch Stellung eines Schiebers durch die Oeffnung *y* (vergl. auch Fig. 334) mehr oder weniger Hitze in die Tasche gelangen lassen kann, diese selbst sowie das in sie geflossene Herdglas genügend heiß zu erhalten oder beliebig hoch zu erhitzen, um dasselbe nach Wegnahme der Vorsetzer leicht entfernen zu können. Durch kleine Canäle *c* wird mittelst eines Schornsteines Luft angesaugt, um dadurch die Herdbank vor rascher Abnutzung zu schützen.

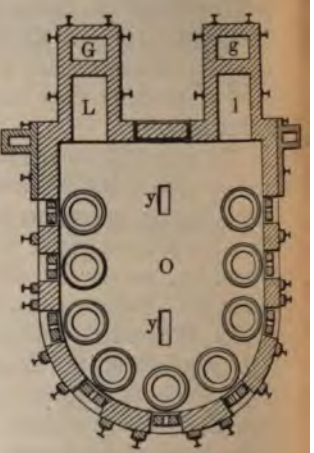
Bei dem Glasofen in Fig. 336 und 337 liegen die Regeneratoren neben einander und führen am Ende eines jeden Regenerators die bezüglichen Canäle *Gg* und *Ll* nach oben, unter denen sich wieder Flugstaubkammern

befinden. Diese Canäle, welche — wie in der Fig. 337 und 338 gezeichnet — getrennt in dem Ofenraume *O* münden, können auch, etwas vor diesem sich vereinigend, hoch über dem Glasspiegel in den eigentlichen Ofenraum *O* eintreten, so daß die Flamme, sich weit ausbreitend, diesen halbkreisförmig durchziehen kann, ohne irgend auf das eingetragene Gemenge, noch auf den Glasspiegel selbst und die Zwischenwände aufzuschlagen.

Fig. 336 bis 338.



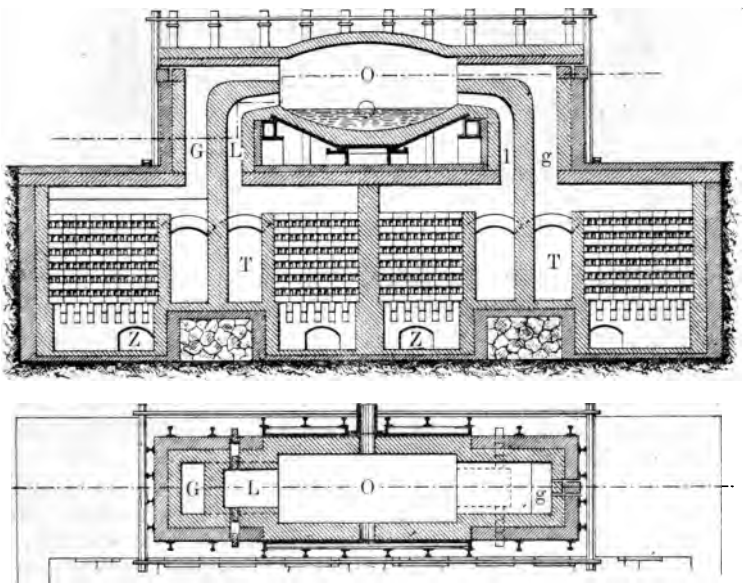




In der Richtung der Regeneratoren-Längsachse schließen sich an den Oberbau auf der einen Seite die zwei Vorbauten für die vier von den Regeneratoren aufwärts steigenden Canäle an, während auf der anderen Seite, auf dem Halbkreise vertheilt, sich die Arbeitsplätze mit der davor liegenden Arbeitsbühne befinden. Diese Vorbauten sind mit mehreren Oeffnungen versehen, um von rückwärts das Innere der Füchse vollständig beobachten, bei Bedarf aus-

bessern zu können. Die Vorbauten sind nicht in oder parallel der Längsachse der Regeneratoren erbaut, sondern erheben sich über je zwei derselben, so daß ihre Mittelachsen der Mitte des Ofens zugewendet sind. Dieselben stehen vollkommen frei, daher gut gekühlt und ohne inneren organischen Zusammenhang mit dem übrigen Oberofen; als besondere Ofentheile erbaut, dienen sie weder als Widerlager des Ofengewölbes, noch sind sie von dessen Bewegungen abhängig. Zwischen diesen Vorbauten befinden sich die Einlegestellen *e*, durch welche das zu schmelzende Gemenge eingetragen wird.

Das Innere des Ofens ist durch die mit starken Kühlcanälen versehenen Wände *W* in drei Theile getheilt, um gleichzeitig drei verschiedene Farben Glas

Fig. 339 u. 340.

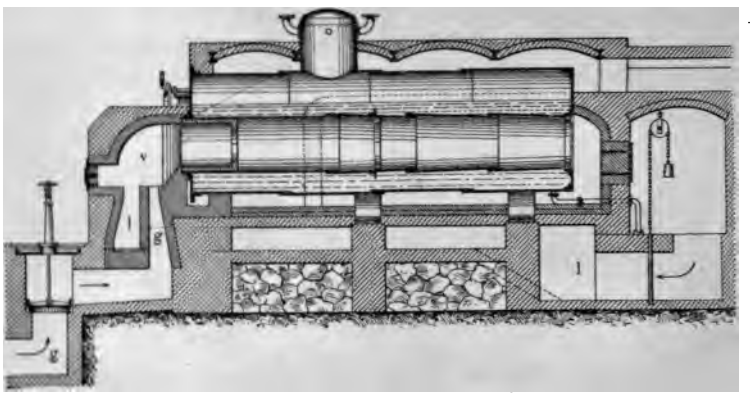



erzeugen zu können. Die Kühlung der Bank des Ofens wird wieder durch Canäle *c* bewirkt, welche mit einem größeren Schornsteine verbunden sind.

Bei Dampfkesselanlagen soll die Flamme in ihrem activen Stadium das Flammrohr durchziehen, ohne die Wandungen in irgend einem Punkte zu berühren, während der passive Theil der Flamme unter und neben den äußeren Kesselwänden so geführt wird, daß eine recht innige Berührung mit den Kesselwänden und der Einmauerung stattfinden muß. Das von dem Generator durch den mit einem Absperrschieber versehenen Canal *g* (Fig. 341 a. f. S.) ankommende Gas tritt an dem Kopfende des Kessels in einen weiten Vorfeuerraum *v* ein, der sich vor dem Feuerrohre befindet und zu welchem Thüren führen, die zum Anstecken des Gases, zur Reinigung der Füchse bezw. zum Beobachten des Verbrennungsprocesses dienen. Gleichzeitig mündet in den Vorfeuerraum der Luftzuführungscanal *l*, welcher hinten am Kessel mit einem

Regulirschieber versehen ist. Vor jedem Feuerrohre liegt je ein Paar Gas- und Luftfüchse, welche in den weiten gemeinsamen Vorfeuerraum münden, in welchem sich die Flammenbildung vollzieht. Wie aus der Zeichnung ersichtlich, sind die Köpfe der Feuerrohre mit einem Scharmottemantel ausgekleidet, welcher an seinem dem Inneren des Kessels zugewendeten Ende noch einen besonderen Scharmotteringeinsatz trägt. Derartige Einsätze wiederholen sich in

Fig. 341.



gewissen Abständen in den Feuerrohren sowie am hinteren Ende eines jeden. Die Größe des Vorfeuerraumes ist so gewählt, daß eine freie Entwickelung der Flamme gesichert erscheint; diese durchfließt die Feuerrohre in ihrem ersten Stadium, durch den vorderen Scharmotteeinsatz und die angebrachten Scharmotteringe von einer Berührung der Kesselwände thunlichst abgehalten. In den weiteren Zügen des Kessels wirken dann die Verbrennungsproducte durch unmittelbare Berührung.

Die Zerstörung fester Körper durch unmittelbare Berührung mit der Flamme erklärt Siemens in folgender Weise: „Soweit allgemein angenommen, stellt die Flamme einen sehr erregten Zustand der Gasmolecüle dar. Die Atome der verschiedenen Gasarten sind, physikalisch (vielleicht elektrisch) heftig angeregt, in sehr lebhafter Bewegung begriffen, wahrscheinlich um einander rotirend. Bringt man einen festen Körper in unmittelbare Berührung mit einer derart aufgeregten Gasmasse, so übt die Fläche des Körpers unbedingt eine beruhigende Wirkung auf die Gasmolecüle aus; letztere stoßen auf die Flächen und werden in Folge von Adhäsion und Attraction an dieselben gebannt und daher in ihrer Bewegung gehindert. Durch Verhinderung der nöthigen Bewegung wird natürlich auch die Verbrennung selbst gestört, denn ohne Bewegung giebt es ja keine Verbrennung. An den Flächen bildet sich eine Rauchatmosphäre, welche von der strahlenden Wärme der übrigen Flamme nicht durchdrungen werden kann; die gestörte Verbrennung, Raucherzeugung und unvollkommene Wärmeentwickelung und Uebertragung ist demnach vollständig erklärt. Es ist nicht ganz so leicht, die Ursache der thatsächlichen Zerstörung der Flächen fester Körper durch ihre Berührung mit der Flamme wissenschaftlich zu beweisen, kann aber leicht durch die elektrische Flammentheorie erklärt werden, wonach die Flamme aus einer Anzahl kleiner elektrischer Entladungen, sehr klein, aber sehr zahlreich, besteht. Demnach würde der unmittelbar mit der Flamme in Berührung gebrachte Körper durch dieses Bombardement von elektrischen Entladungen rasch zerstört werden müssen. [illegible]dere Erklärung könnte dadurch gegeben werden, daß

die den in heftiger Bewegung befindlichen Molecülen der Flamme innewohnende lebendige Kraft nur theilweise zur Erzeugung von Wärme Verwendung finden kann, weil der die Bewegung hindernde Körper eine ungestörte Entwickelung der Flamme nicht gestattet. Der Rest der vorhandenen lebendigen Kraft der Flammenmolecüle wird in mechanische Arbeit umgesetzt, die durch Zerstörung des ihre freie Bewegung hindernden Körpers ihren Ausdruck findet."

„Die große Licht- und Wärmeausstrahlungsfähigkeit der lebendigen Flamme hat ihren Grund in der Durchlässigkeit derselben für Licht- und Wärmestrahlen. Nicht allein die Oberfläche der Flamme ist es, welche ausstrahlt, sondern auch von innen heraus vollzieht sich die Ausstrahlung. Aus diesem Grunde wächst die Licht- und Wärmeausstrahlung in außerordentlichem Maße mit der Größe der Flamme. Während ein fester Körper bei der doppelten Oberfläche nur doppelt so viel Licht und Wärme ausstrahlt, steigt diese Ausstrahlungsfähigkeit bei einer Flamme nach dem Inhalte, also um das Vierfache. Daher kommt es auch, daß, wenn man mit strahlender Wärme arbeitet, bei größeren Ofenkammern, in welchen sich die Flamme ausbreiten kann, die Leistung und die Oekonomie von Brennmaterial so sehr gefördert wird. Die Ursache, warum die Heizflamme in ihrem zweiten neutralen Stadium so wenig Wärme ausstrahlt, liegt hauptsächlich in der Abwesenheit von freien Kohlenstoffpartikelchen, aus welchem Grunde es auch erklärlich ist, daß bei Anwendung gewisser Sorten Brennmaterial — wie Koke, Anthracit oder mittelst der Kohlenoxydgasflamme oder des Bunsenbrenners — durch Wärmeausstrahlung verhältnißmäßig wenig Erfolg erzielt wird. Es fehlt bei diesen Verbrennungen an freiem Kohlenstoff, d. h. an festen Körpertheilchen, ohne deren Anwesenheit Licht und Wärme ausstrahlende Flammen nicht erzeugt werden können. Zur besseren Ausnutzung der strahlenden Wärme muß man sich unbedingt das geeignete Brennmaterial wählen; denn dasjenige Heizmaterial, welches die größte Masse freier Kohle in der Flamme entwickelt, bietet in diesem Falle unbedingt die größte Bürgschaft in Bezug auf Heizkraft und Oekonomie. Trotzdem wird man nicht umhin können, auch bei einer nicht Wärme ausstrahlenden Flamme für eine freie Brennkammer sorgen zu müssen, denn ohne diese ist eine vollkommene Verbrennung aus gleichen Gründen unmöglich und auch die anderen oben aufgestellten Uebelstände treten zweifelsohne ein."

Einen anderen Wannenglasofen von Siemens zeigen Fig. 342 bis 344 (a. f. S.) in drei Schnitten. Die Berechnung der Wärmeverhältnisse desselben von Westmann[1]) ist nur theilweise zutreffend.

In den weiteren Patenten von F. Siemens (D. R.-P. Nr. 38532, 39558, 45838, 59930) werden diese weiten Verbrennungsräume für verschiedene Zwecke angewendet.

F. Siemens sagte ferner in seinem erwähnten Vortrage vom 1. December 1894:

„Wenn man eine Heizflamme mit dem zu erhitzenden festen Körper in directe dauernde Berührung bringt, so wird man eine gegenseitige Einwirkung wahrnehmen, welche darin besteht, daß die Flamme selbst in ihrer Verbrennung, auch nach erfolgter Erwärmung des Körpers, gestört wird, daß sich Rauch entwickelt und dementsprechend weniger Wärme erzeugt wird. Der feste Körper dagegen leidet mit der Zeit in außerordentlicher Weise, und zwar nicht nur durch die Hitze allein, sondern vorzugsweise durch die mechanische und chemische Einwirkung der Flamme.

Diese Erscheinungen zeigen sich jedoch nur in dem ersten Entwickelungsstadium der Flamme. Nachdem die eigentliche Verbrennung beendet ist, wird weder die Flamme durch die Einwirkung des festen Körpers, noch der feste Körper durch die Einwirkung der Flamme wesentlich beeinflußt.

[1]) Fischer's Jahresber. 1887, 194.

als die günstige Entzündungs- bezw. Verbrennungstemperatur. Glühendes Steingitterwerk begünstigt im Gegentheil die Verbrennung[1]).

Bei der Art, wie Siemens Gas und Luft getrennt in den Ofen einführt (S. 330), kann ein großer Verbrennungsraum wohl vortheilhaft sein, für andere Oefen ist dieses zwecklos (S. 360). Für die Siemens'schen Oefen mit Wechsel der Flammenrichtung ist ein hohes Gewölbe noch insofern vortheilhaft, als dasselbe den fortwährenden Temperaturwechsel leichter verträgt und eine größere Fläche glühendes Mauerwerk durch Strahlung Wärme übertragen kann. —

Ueber Licht- und Wärmestrahlung verbrannter Gase sind zwei Preisarbeiten des Vereins für Gewerbefleiß erschienen[2]), von denen aber nur die von R. v. Helmholtz praktisch werthvoll ist. Danach werden von den untersuchten Brennstoffen beim Verbrennen in 6 mm dicker Flamme von der gesammten Verbrennungswärme in Strahlung umgesetzt (Mittelwerthe):

| | Hell Proc. | Entleuchtet Proc. |
|---|---|---|
| Wasserstoff . . . . . | 3,61 | |
| Kohlenoxyd . . . . . | 8,74 | |
| Methan . . . . . | 6,17 | 5,15 |
| Aethylen . . . . . | 11,5 | 5,12 |
| Leuchtgas . . . . . | 8,5 | 5,12 |
| Erdöl . . . . . | 18,2 | — |

Besonders beachtenswerth ist das hohe Strahlungsvermögen des Kohlenoxyds, welches noch größer ist, als das der leuchtenden Leuchtgasflamme. Nicht leuchtende Kohlenwasserstoffflammen setzen nur 5,1 Proc. ihres Brennwerthes in Strahlung um. Bei nicht leuchtenden Flammen steigt das Strahlungsvermögen mit dem Durchmesser der Flamme. — Helmholtz bespricht besonders das Siemens'sche Heizverfahren mit freier Flammenentfaltung. Nach Westmann (vergl. S. 345) sollen 38 Proc. des theoretischen Brennwerthes der Generatorgase zum Schmelzen des Glases verwerthet sein. Helmholtz stellt nun folgende Betrachtungen an:

Wenn es möglich wäre, eine verbrennende Gasmasse vor der Berührung mit kalten Körpern oder atmosphärischer Luft zu schützen, so müßte sie allmählich ihre ganze Verbrennungsenergie in Form von Strahlung ausgeben. Je länger diese Berührung vermieden wird, desto ausgiebiger ist die Strahlung; und darin liegt auch der Grund, warum eben dickere Flammen stärker strahlen als dünne, weil die atmosphärische Luft längere Zeit braucht, in jene einzudringen, als in diese. Bei den Siemens'schen Oefen wirkt die Größe und die geringe Zuggeschwindigkeit günstig auf die Ausnutzung des Strahlungsvermögens der Flamme, zu Ungunsten so großer und massiver Flammen spricht aber die Absorptionskraft des Gases für

[1]) Vergl. auch die Versuche mit der Drahtkugel (Dingl. Journ 247, 34). Wenn Siemens schreibt (Civil-Ing. 1886, 382): „Wenn ich die leuchtende Flamme direct in eine Generatorkammer hineinschlagen lasse, brennt sie nicht mehr; man erhält nur Rauch und keine Hitze. Die im Ziegelgitterwerk enthaltenen freien Räume sind so eng, daß die Verbrennung nicht stattfinden kann, auch wenn die Flächen heiß sind"; so ist er eben nicht mehr ernst zu nehmen. — [2]) Verhandl. des Vereins z. Beförderung d. Gewerbefleißes 1889, 201, 357.

seine eigenen Strahlen[1]). Dieselbe muß bei derartigen Flammen der Steigerung der Strahlung durch Volumenvermehrung eine frühe Grenze setzen. Nach Rosetti ist bereits eine Leuchtgasflamme von 1 m Dicke für ihre eigenen Strahlen undurchlässig. Erinnern wir uns ferner der Tyndall'schen Versuche über das Absorptionsvermögen der Kohlensäure für die Strahlen der Kohlenoxydflamme, so müssen wir schließen, daß in jenen mehrere Meter weiten Oefen so gut wie keine Strahlung von einer Seite des Flammenraumes zur anderen gelangen kann. Dadurch wird natürlich eine Verlangsamung der Wärmeabstrahlung so großer Flammen bedingt und bewirkt, daß sie mehr Wärme aus dem Ofen entführen, als es eine dünnere Flamme thun würde, es sei denn, daß der Ofen entsprechend länger gebaut ist. — Eine öfters aufgeworfene Frage ist es ferner, ob nicht die Vorwärmung in den Regeneratoren und die dadurch bedingte schnellere Rußverbrennung die Strahlung der Flamme eher schwäche als vermehre. Die erwähnten Versuche sprechen bei kleinen Flammen scheinbar dafür; aber auch hierin ist die Uebertragung auf jene großen Verhältnisse nicht ohne Weiteres gestattet. Der ganz überwiegende Haupttheil der Flammenstrahlung geht in jenen Oefen von der Kohlensäure, nicht (wie Siemens behauptet) von den festen Kohletheilchen aus. Die Kohlensäurestrahlung der Flamme besteht aus chemischer Strahlung und aus regulärer Temperaturstrahlung. Die erstere wird durch Vorwärmung geschwächt, die letztere gesteigert. Bei kleinen Flammen überwog der Einfluß der ersteren, weil die reguläre Strahlung der heißen Producte durch atmosphärische Luft doch sehr schnell gedämpft wird. Dieser Grund fällt in den Oefen fort. Dieselben dürften ihrem Hauptvolumen nach von solcher Kohlensäure angefüllt sein, deren eigentliche Verbrennung schon „abgeklungen" ist, und die nur noch vermöge ihrer sehr hohen Temperatur strahlt. Je höher diese, desto stärker ist die Gasstrahlung, d. h. dieselbe steigt mit der Vorwärmung. Aus diesem Grunde ist es wahrscheinlich, daß auch die ganze Strahlung der Flamme stärker ist, als wenn man sie nicht vorwärmte und rußend abziehen ließe, abgesehen natürlich von anderen Vortheilen, welche die Vorwärmung bietet. — Nach Westmann hatte das Ofengewölbe eine Fläche von 112 qm, die Glasmasse eine solche von 65 qm und eine Temperatur von etwa 1200°. In der Minute verbrannten 0,332 cbm Gas, welche 413 w entwickelten. 38 Proc. der Verbrennungswärme werden nach Westmann zum Schmelzproceß gebraucht, also die Secunde 158 w. Angenommen, was eine sehr ungünstige Annahme ist, das Ofengewölbe und das Glas strahlte wie blankes Platin[2]), also nach Weber-Schleiermacher sechsmal schlechter als ein schwarzer Körper. Damit ist dann bedingt, daß der Absorptionscoëfficient ein Sechstel sei oder daß Gewölbe und Glas fünf Sechstel der zugestrahlten Wärme reflectiren. Nun sei aus einem beliebigen Grunde das Gewölbe auf 1300° erwärmt, d. h. um 100° höher als die durch das Schmelzgut auf 1200° gehaltene Glasmasse. In diesem Falle strahlt 1 qcm des Gewölbes etwa 0,8 cal. mehr als 1 qcm des Glases. Nennt man $\varepsilon_1$ die Strahlung des Gewölbes, $\varepsilon_2$ die der Glasfläche für 1 qcm, so zeigt eine Betrachtung der Hin-

---

[1]) Röntgen zeigte, daß Wasserdampf die Fähigkeit besitzt, ultrarothe Strahlen (Wärme) in bedeutend höherem Maße zu absorbiren, als dies bei Sauerstoff, Stickstoff und Wasserstoff der Fall ist. Röntgen, Versuche über die Absorption von Wärme durch Wasserdampf (Gießen 1884).

[2]) Es strahlt 1 qcm Platin nach Weber:

| | | | |
|---|---|---|---|
| bei 800° . . . | 0,164 cal. | bei 1200° . . . | 1,27 cal. |
| „ 900° . . . | 0,279 „ | „ 1300° . . . | 2,09 „ |
| „ 1000° . . . | 0,465 „ | „ 1400° . . . | 3,42 „ |
| „ 1100° . . . | 0,771 „ | „ 1500° . . . | 7,00 „ |

Für eine schwarze Fläche dagegen — nämlich Platin mit Kupferoxydul bedeckt — ist die Strahlung ungefähr sechsmal größer (1 w = 1000 cal.).

... Danach ist es sehr wahrscheinlich, daß ... genannten Flammenspectra nur durch die Temperatur der Mole... nicht durch den chemischen Vorgang der Verbrennung entste... Behauptung Pringsheim's [2]), daß Gase nur in Folge chemische... oder elektrischer Vorgänge zur Emission des für sie charakteristischen ...

[1]) Ann. d. Physik 50, 403. — [2]) Fischer's Jahresber. 1890, 195. ... d. Physik 40, 447.

acht werden können, ist somit unrichtig. — Damit wird auch das „active passive Stadium" der Flamme hinfällig.

Die Behauptung, daß durch die S. 340 bis 344 angegebenen Vorrichen eine Berührung der festen Körper im Ofen bezw. den Kesselwandungen ) die Flamme verhindert werde, ist bei den lebhaften Bewegungen der nenden Gase durchaus irrthümlich. Wenn ferner das Mauerwerk thatich durch brennende Gase chemisch angegriffen wird (S. 344), so wird s auf abwechselnde Reduction und Oxydation zurückzuführen sein (vielleicht unter Mitwirkung mitgeführter Alkalien); mechanische Abreibungen können nicht durch die Gasmolecüle, sondern nur durch mitgeführten Flugstaub irkt werden.

Die ganze Hypothese der freien Flammenentfaltung, des activen passiven Stadiums der Flamme, ist also durchaus haltlos.

Als Beispiele der verschiedenen Gasfeuerungsanlagen mögen noch ende angeführt werden.

Der Münchener Generatorofen. Nach E. Schilling [1]) liegt unter Retortenhausflur der an die Regeneration direct angebaute Generator I g. 345 a. f. S. u. 346). Die Regeneration II bildet den Unterbau für den ntlichen Ofenraum III und ist durch wagerechte Canäle mit lothrecht über nder liegenden Trennungswänden gebildet. Ueber der Flur liegt der Ofenm III mit neun Retorten. Die Heizgase gehen vom Generator durch den g auffsteigenden zweitheiligen Heizcanal *a* zu den Verbrennungsschlitzen. Die märluft tritt durch den mit Regelschieber versehenen gußeisernen Canal *b* r dem Wasserspiegel im Verdampfungskasten ein, zieht mit dem Wasserpfe unter der Abdeckung des Kastens durch das hintere offene Ende in die näle *c* der Regeneration, um zusammen vorgewärmt unter den gegen die genluft abgeschlossenen Rost *d* zu gelangen. Das Wasser tritt durch den *b* angegossenen gußeisernen Canal *e* in den Verdampfungskasten. Der sserspiegel wird dadurch auf gleicher Höhe gehalten, daß der Zufluß für eine ze Ofenreihe gemeinsam aus einem kleinen mit Schwimmervorrichtung vernen Wasserbehälter geschieht.

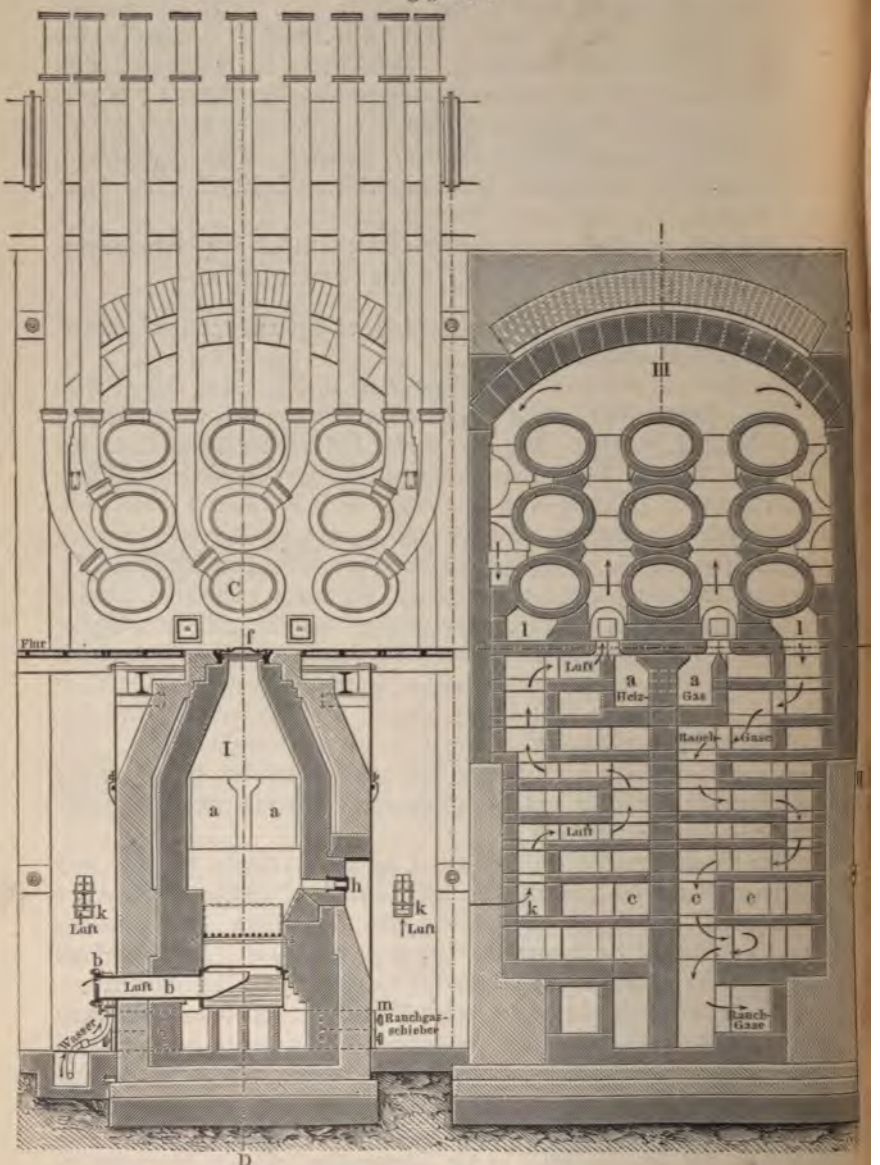
Der Generator wird am Fülldeckel *f* mit Koks beschickt, die Asche wird unteren Mundstück *g* ausgezogen, nachdem durch die seitlich am Generator ebrachten Dübel *h* ein provisorischer Rost eingeschoben wurde, welcher hrend des Putzens die Brennmaterialschicht zu tragen hat. Die Mundstücke nd *i* des Aschenraumes bleiben während des Betriebes dicht geschlossen.

Die Secundärluft tritt an den beiden Vorderseiten der Regeneration durch Regulierschieber *k* ein und zieht durch mehrere Canalreihen nach aufwärts. e vereinigt sich, bis über die Entzündungstemperatur vorgewärmt, bei den nnerschlitzen mit den aus *a* kommenden Heizgasen zur Verbrennung. Die rwärmung der Secundärluft geschieht durch die Rauchgase, welche vom enraume aus den Canälen *l* in die Regeneration (richtiger Wärmesparer)

[1]) Schilling, Neuerungen auf dem Gebiete des Steinkohlen-Leuchtgases ünchen 1892), S. 54; vergl. Journ. f. Gasbel. 1880, 180; 1882, 727.

eintreten. Die Rauchgase durchziehen die Regeneration nach abwärts in wagerechten Canälen, deren Anzahl sich nach der verfügbaren Tiefe der Kellerräume

Fig. 345.




richtet; sie gelangen zuletzt unter den Verdampfungskasten, um von da durch die Rauchgasschieber *m* nach dem Feuercanale abzuziehen.

Nach Schilling ergaben Ofenuntersuchungen:

| | Neuner-Ofen | Achter-Ofen |
|---|---|---|
| Kohlen entgast in 24 Stunden . . . | 8200 k | 7350 k |
| Ladung einer Retorte . . . . . | 151,8 „ | 153,1 „ |
| Koks zur Heizung verbraucht . . . . | 802 „ | 893 „ |
| Koks ergab Aschenrückstände . . . . | 125 „ | 80 „ |
| Verheizter Kohlenstoff . . . . . | 677 „ | 813 „ |
| Wasser verdampft . . . . . | 1092 „ | 1328 „ |

Berechnet man diese Resultate auf 100 k entgaster Kohlen, so erhält man:

| | Neuner-Ofen | Achter-Ofen |
|---|---|---|
| für 100 k entgaster Kohlen: | | |
| Koksverbrauch . . . . . | 9,78 k | 12,15 k |
| Kohlenstoffverbrauch . . . . . | 8,25 „ | 11,06 „ |
| Asche . . . . . | 15,58 „ | 7,84 „ |
| Wasser verdampft . . . . . | 136 „ | 149 „ |

Die Zugmessungen ergaben:

| | Neuner-Ofen | Achter-Ofen |
|---|---|---|
| Im Ofen . . . . . | 3,5 mm | 7,5 mm |
| Vor dem Austritt in den Rauchcanal . | 12,5 „ | 16 „ |
| Im Kamin . . . . . | 13,5 „ | 17 „ |

Die Analysen ergaben folgende Zusammensetzung der Heizgase:

| | $CO_2$ | CO | H | N |
|---|---|---|---|---|
| Neuner-Ofen . . . . . | 9,5 | 21,0 | 23,8 | 45,7 |
| Achter-Ofen . . . . . | 12,5 | 18,5 | 23,4 | 45,6 |

Zusammensetzung der Rauchgase:

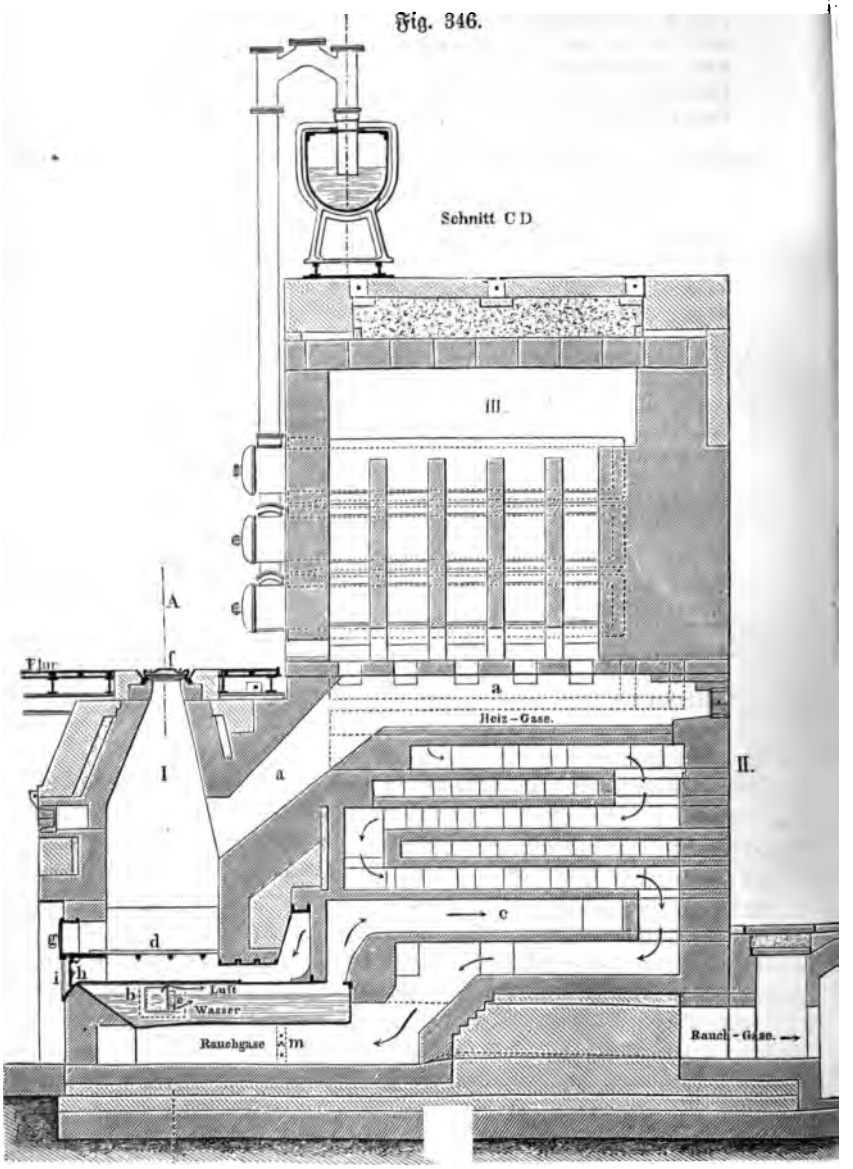
| | $CO_2$ | O | CO | N |
|---|---|---|---|---|
| Neuner-Ofen . . . . . | 18,7 | 0,2 | — | 81,1 |
| Achter-Ofen . . . . . | 17,2 | — | 2,0 | 80,8 |

Seit Eröffnung der Filialgasfabrik in München im Jahre 1883 hatten vier Oefen fast ununterbrochen bis zum Jahre 1887 im Feuer gestanden und zwar hatte ein Ofen 1055 Betriebstage mit einer Gaserzeugung von 2120570 cbm aufzuweisen, d. i. pro Retorte durchschnittlich 265071 cbm und pro Retorte und Tag je 251,6 cbm.

Bei dem Ofen von Hasse-Didier (Fig. 347 u. 348 a. S. 355 u. 356) wird die Primärluft des Generators nicht in der Generation vorgewärmt. In letztere ist nur ein Wasserkessel eingeschaltet und liefert Dampf, der unter den Rost des Generators geleitet wird. Das Mauerwerk des Generators geht an der Vorderseite nicht bis auf den Rost herunter, damit durch diesen Zwischenraum größere Schlackenstücke, die nicht durch den Rost fallen, entfernt werden können. Die Primärluft tritt oben am Generator in Canäle des Mauerwerks ein, wird in diesen vorgewärmt und tritt dann unter den Rost. Der Zugang zum Roste ist für gewöhnlich durch eine Feuerthür luftdicht abgeschlossen. In den Figuren sind die Rauchgascanäle durch *Rg* und die Luftcanäle durch *L* bezeichnet. Im Uebrigen ist die Einrichtung des Ofens aus der Figur leicht ersichtlich.

Versuche über die Leistungsfähigkeit der Koksgeneratoren der Leuchtgasanstalten unter verschiedenen Zugverhältnissen, welche durch die vom Verein

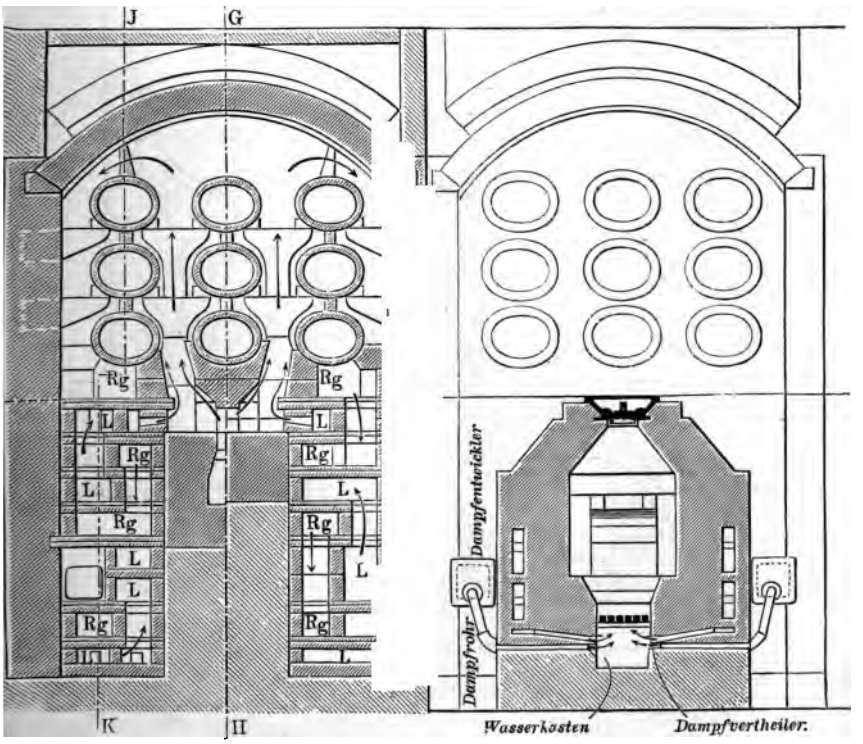
Fig. 346.




von Gas- und Wasserfachmännern Deutschlands niedergesetzte Commission ausgeführt wurden, ergaben, daß der Kohlensäuregehalt, der unmittelbar über der

ein ziemlich geringer war, sich im Heizungscanale wesentlich er- . und zwar um so mehr, mit je stärkerem Zuge gearbeitet wurde[1]). o beispielsweise der Kohlensäuregehalt unmittelbar über der Brennschicht em Zuge von 1 mm bis 9,5 mm nur von 1,8 bis 2,2 Proc. stieg, ver- te sich die Kohlensäure im Heizcanale von 2 auf 9 Proc. Der Grund Erscheinung liegt darin, daß im oberen Theile des Generators und im anal atmosphärische Luft eingesaugt wurde. Wenn man auch das Mauer- werk äußerlich noch so vorsichtig dichtet, so ist es nicht möglich, das Eindringen

Fig. 347.



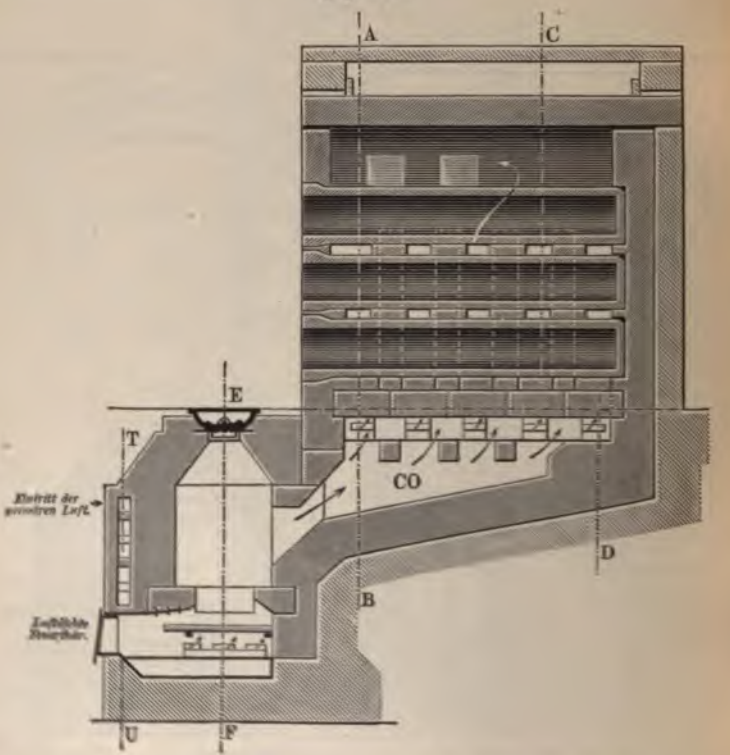

der Luft zu verhindern und es geht schon aus dieser Thatsache hervor, wie wichtig es ist, den Weg des erzeugten Heizgases zum Verbrennungsherde so kurz als möglich zu machen.

Als normaler Gehalt an Kohlensäure unmittelbar oberhalb der Brennschicht ergab sich bei allen Versuchen etwa 1,5 bis 2 Proc. Eine wesentliche Zunahme der Kohlensäure trat bei allen untersuchten Koksorten erst dann ein, wenn die Schichthöhe auf 0,5 m und darunter herabgesunken war, und zwar sowohl bei geringem wie bei stärkerem Zuge. Die Vermehrung der Kohlen-

[1]) Journ. f. Gasbel. 1878, Sonderabdruck.

säure bei niedriger Schicht scheint wesentlich in der Weise zu entstehen, daß an einzelnen Stellen des Generatorquerschnittes durch schnelleres Abbrennen der Koks sich Löcher bilden, durch welche die Luft leichter hindurch streicht. Unter allen Umständen scheint aber für die Praxis eine Schichthöhe von 0,75 m vollkommen ausreichend und dürfte unbedenklich die Sohle des Abzugcanals auf diese Höhe zu legen sein. Der über dieser Höhe liegende Theil des Generators darf als Füllraum betrachtet werden.

Fig. 348.

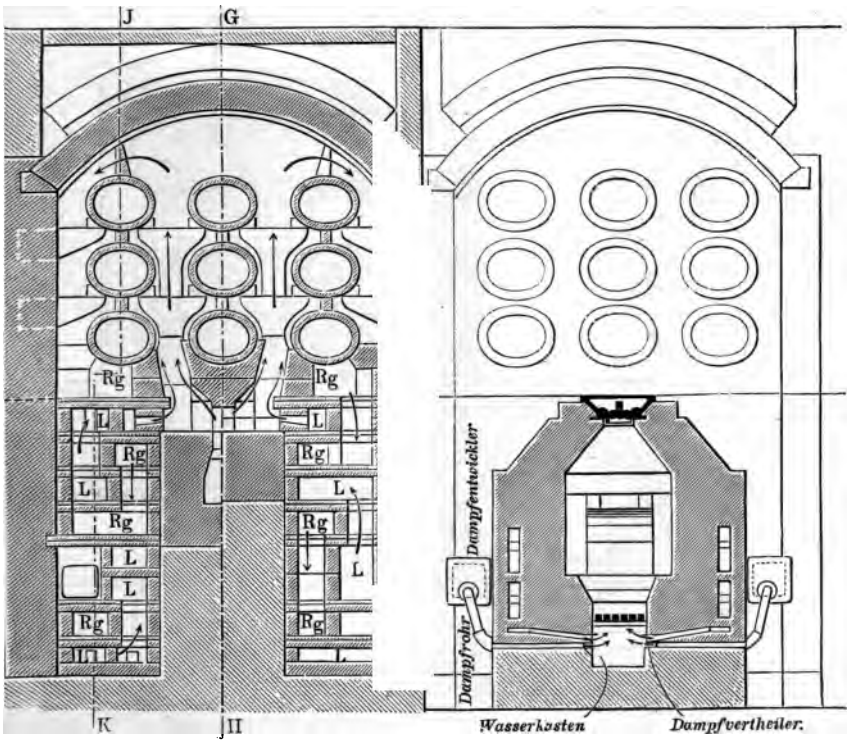



Verf.[1]) untersuchte die Feuerungen von sechs in einem Block zusammengebauten Retortenöfen. Auf einer Seite standen drei Stettiner Oefen, auf der anderen Seite, mit den Rückwänden daran stoßend, zwei Oefen von Klönne und einer nach Liegel[2]). Die Schornsteine führten an den Rückwänden der Oefen in die Höhe, waren also völlig von je zwei Oefen eingeschlossen. Durch ein Porcellanrohr den Generatoren entnommene und über Quecksilber untersuchte Gasproben hatten folgende Zusammensetzung:

[1]) Dingler's Journal. 1883, 1263. — [2]) Daf. 1882, 1104.

Koksschicht ein ziemlich geringer war, sich im Heizungscanale wesentlich erhöht hatte und zwar um so mehr, mit je stärkerem Zuge gearbeitet wurde[1]). Während beispielsweise der Kohlensäuregehalt unmittelbar über der Brennschicht bei einem Zuge von 1 mm bis 9,5 mm nur von 1,8 bis 2,2 Proc. stieg, vermehrte sich die Kohlensäure im Heizcanale von 2 auf 9 Proc. Der Grund der Erscheinung liegt darin, daß im oberen Theile des Generators und im Canal atmosphärische Luft eingesaugt wurde. Wenn man auch das Mauerwerk äußerlich noch so vorsichtig dichtet, so ist es nicht möglich, das Eindringen

Fig. 347.




der Luft zu verhindern und es geht schon aus dieser Thatsache hervor, wie wichtig es ist, den Weg des erzeugten Heizgases zum Verbrennungsherde so kurz als möglich zu machen.

Als normaler Gehalt an Kohlensäure unmittelbar oberhalb der Brennschicht ergab sich bei allen Versuchen etwa 1,5 bis 2 Proc. Eine wesentliche Zunahme der Kohlensäure trat bei allen untersuchten Koksorten erst dann ein, wenn die Schichthöhe auf 0,5 m und darunter herabgesunken war, und zwar sowohl bei geringem wie bei stärkerem Zuge. Die Vermehrung der Kohlen-

[1]) Journ. f. Gasbel. 1878, Sonderabdruck.

Ofen traten. Dieser heißere Gang des Generators stellte jedenfalls auch höhere Ansprüche an das Mauerwerk, namentlich wenn dasselbe nicht der Zusammensetzung der Schlacke entsprechend gewählt ist, und bedingte um so größeren Wärmeverlust durch Leitung und Strahlung, als der Generator hier vor den Oefen lag, bei Klönne und Liegel aber gleichsam hineingebaut ist. Die abziehenden Feuergase hatten anfangs bei den Stettiner Oefen nur 8,6 bis 11 Proc. Kohlensäure, beim Liegel'schen Ofen 13 bis 15 Proc.; der Gehalt stieg hier aber durch entsprechende Schieberregelung auf 15,4 bis 18,1 Proc., bei einem Klönne'schen Ofen von 15,6 auf 18,6 Proc., beim anderen von 16,6 auf 18,2 Proc. Kohlensäure, ohne daß Kohlenoxyd auftrat. Spätere Versuche ergaben, daß beim Liegel'schen Ofen die Gase durchschnittlich mit 16 Proc. Kohlensäure und 730° abzogen. Bei einem Klönne'schen Ofen entwichen die Gase (bei ziemlich verschlacktem Generator) aus dem Ofen mit 15,3 Proc. Kohlensäure und 4,8 Proc. Sauerstoff, während sie am Ende der Regeneration nur 10,6 Proc. Kohlensäure und 9,9 Proc. Sauerstoff enthielten und 445° heiß waren, oben im Schornsteine aber 610°. Die Verbrennungsgase nehmen also aus den neben den Rauchcanälen laufenden Luftcanälen atmosphärische Luft auf, ferner beim Aufsteigen im Schornsteine erhebliche Wärmemengen, welche theils dem Ofen selbst wieder entzogen wurden, theils dem daran stoßenden Stettiner Ofen. Die Wärme würde daher noch besser ausgenutzt sein, wenn die durch die Vorwärmung der Verbrennungsluft (dieselbe hat im vorletzten Canale bereits 545°) abgekühlten Feuergase nicht zwischen den heißen Oefen selbst aufstiegen. — Wie sich z. B. aus folgender Zusammenstellung ergiebt, entsprach der durch die höhere Temperatur der Feuergase bedingte Wärmeverlust bei 18,6 Proc. Kohlensäure und 595° für je 1 k Koks 2020 w oder 27 Proc. des Gesammtbrennwerthes: bei 445° würde dieser Verlust nur 1500 w oder 20 Proc. betragen:

| Oefen | Zusammensetzung der Gase | | | | Temperatur im Schornsteine | Wärmeverlust für je 1 k Koks in w | Proc. des Gesammtbrennwerthes |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Kohlensäure | Kohlenoxyd | Sauerstoff | Stickstoff | | | |
| Klönne . . . . . † | 18,6 | 0 | 1,4 | 80,0 | 595° | 2020 | 26,9 |
| | 10,6 | 0 | 9,9 | 79,5 | 610 | 3340 | 44,4 |
| Liegel . . . . . † | 16,0 | 0 | 4,4 | 79,6 | 730 | 2700 | 36,0 |
| | 13,0 | 0 | 7,5 | 79,5 | 715 | 3200 | 42,6 |
| Stettiner . . . . . † | 18,9 | 0 | 1,2 | 79,9 | 1160 | 4000 | 53,3 |
| † | 16,1 | 0 | 4,4 | 79,5 | 1105 | 4300 | 57,3 |
| | 18,3 | 4,7 | 0 | 77,0 | 1220 | 4400 | 58,6 |
| | 8,6 | 0 | 12,0 | 79,4 | 900 | 6000 | 80,0 |

Der Einfluß des übermäßigen Luftzutrittes ergiebt sich daraus, daß, wenn bei verschlacktem Roste und schadhaftem Mauerwerke der Kohlensäuregehalt auf 10,6 Proc. fiel, der Wärmeverlust sich, wie die Tabelle zeigt, auf 3340 w

| Ofen | Klönne | | | | Stettiner | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | I. | II. | III. | IV. | V. | VI. |
| ensäure . . . . . | 3,00 | 13,10 | 7,06 | 4,40 | 5,19 | 5,40 |
| enoxyd . . . . . | 29,99 | 16,39 | 27,43 | 30,21 | 28,19 | 27,76 |
| han . . . . . | 0 | 1,06 | 1,22 | 0,44 | 0 | 0 |
| serstoff . . . . . | 7,63 | 16,18 | 15,56 | 16,65 | 2,58 | 3,98 |
| stoff . . . . . | 59,38 | 53,27 | 48,73 | 48,30 | 64,04 | 62,86 |
| | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Bei Entnahme der Probe I. war die Dampfzuleitung unter den Roſt ältnißmäßig ſchwach, Probe II. wurde bald nach dem Ausſchlacken des erators entnommen, III. bei ziemlich verſchlacktem Roſte, IV. bei gutem iebe. Auch die beiden Proben V. und VI. aus den Stettiner Oefen ſind gutem Gange entnommen; an Ort und Stelle nur auf Kohlenſäure ent- mene Proben zeigten dagegen oft 6 bis 12 Proc. Kohlenſäure. — Der ngere Waſſerſtoffgehalt der Gaſe aus den Stettiner Generatoren erklärt daraus, daß hier unter den Roſt kein Waſſerdampf geführt wird, ſondern nur etwas Waſſer im Aſchenraume befindet. Beim Liegel'ſchen Ofen auch dieſes; doch kann hier leider, der niedrig liegenden Luftzufuhr wegen, e Probe des Generatorgaſes genommen werden. Eine am letzten Tage ommene Durchſchnittsprobe der verfeuerten Koks enthielt:

| | |
|---|---|
| Kohlenſtoff . . . . . | 92,70 Proc. |
| Waſſerſtoff . . . . . | 0,20 „ |
| Aſche . . . . . | 4,80 „ |
| Sauerſtoff, Stickſtoff, Schwefel, Verluſt . . | 2,30 „ |

prechend einem Brennwerthe von rund 7500 w. Nimmt man nun für Gaſe folgende Durchſchnittswerthe an:

| | Klönne | Stettiner |
|---|---|---|
| Kohlenſäure . . . . . | 6,0 Proc. | 5,5 Proc. |
| Kohlenoxyd . . . . . | 28,0 „ | 28,0 „ |
| Methan . . . . . | 0,4 „ | 0 „ |
| Waſſerſtoff . . . . . | 14,0 „ | 3,5 „ |
| Stickſtoff . . . . . | 52,6 „ | 63,0 „ |

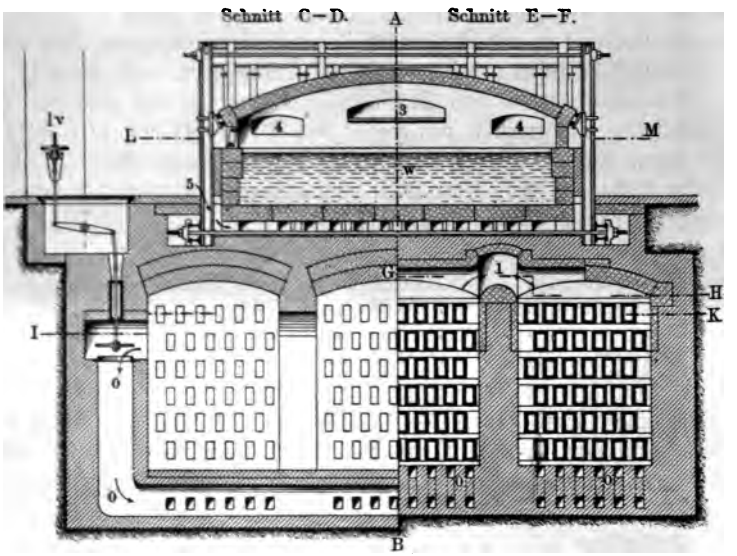
ziebt 1 k Koks in beiden Fällen 5,16 cbm Generatorgas, und darin als mbar:

| | | |
|---|---|---|
| Kohlenoxyd . . . . . | 1,34 cbm | 1,44 cbm |
| Methan . . . . . | 0,02 „ | 0 „ |
| Waſſerſtoff . . . . . | 0,72 „ | 0,17 „ |

prechend einem Brennwerthe von 61 kw und 45 kw, bezogen auf Waſſer- pf als Verbrennungsproduct. Im Klönne'ſchen Generator wurden daher je 1 k Koks 14 kw entwickelt, welche die entweichenden Gaſe auf etwa )° erhitzten, im Stettiner Generator aber 27 kw (für gewöhnlich ſogar noch r), ſo daß die Gaſe aus dieſen mit erheblich höherer Temperatur in den

Die Wannenanlage der Glasfabrik Flensburg beschreibt Dralle[1]), welche nach Zeichnungen von Nehse erbaut ist. Die drei Gaserzeuger an der Rückseite des Wannengebäudes liefern das Gas in den Canal G (Fig. 349 bis 352). Von hier strömt das Generatorgas in Richtung der Pfeile 2 nach dem Gasventile $g\,v$ und darauf in den senkrechten Gascanal $g$, welcher in einen wagerechten Brennercanal einmündet. Die Gesammtlänge dieser Verbindungscanäle von dem Hauptcanale $G$ ab gerechnet bis zum Eintritt in die Wanne beträgt nur 9,5 m; da der senkrechte Gascanal $g$ von der Abhitze der Wanne geheizt wird, so wird angenommen, daß die zuströmenden Gase ohne bedeutende Temperaturverminderung zum Verbrennungsorte gelangen. Die zum Verbrennungsvorgange benöthigte Luft wird in drei Lufterhitzern nach Nehse's System (D. R.-P. Nr. 1146 u. 6516, vergl. S. 303)

Fig. 351.

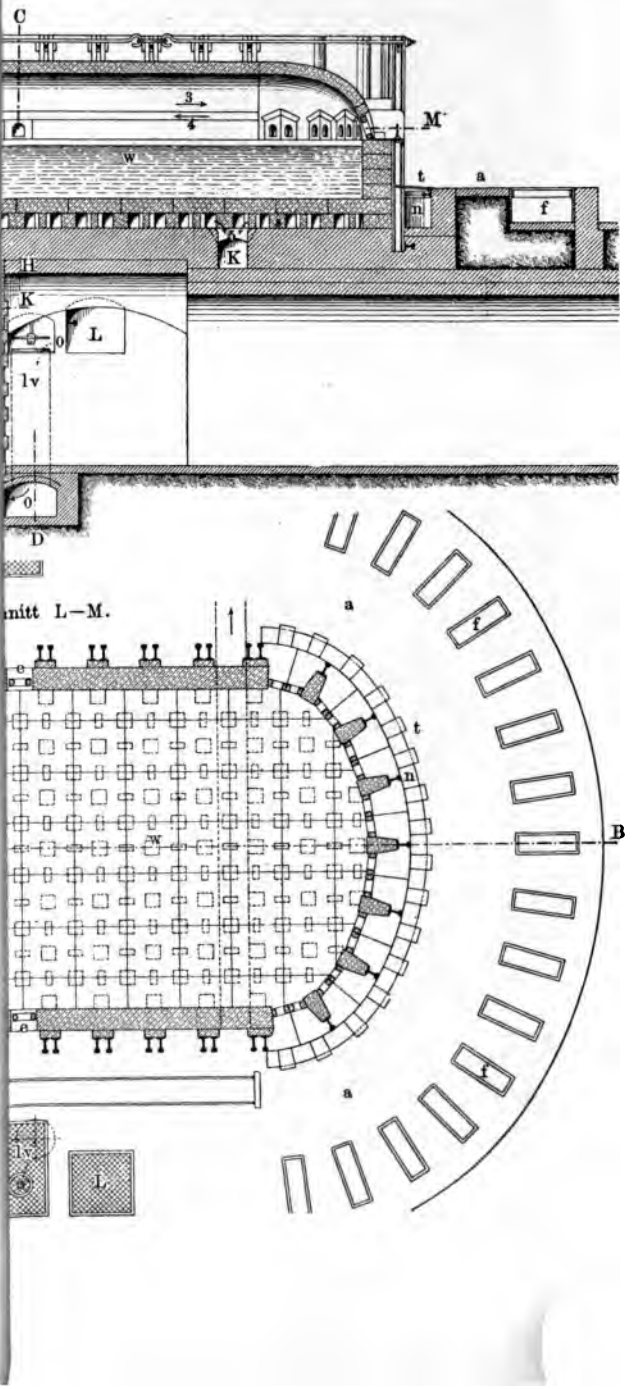



erhitzt und strömt in Richtung der Pfeile 1 in den Brenner; hier trifft sie auf den Gasstrom 2 und bildet nun die Flamme, welche in Richtung der Pfeile 3 die 7 m lange Wanne durchzieht und schließlich durch den Einfluß des Schornsteines auf die zu beiden Seiten des Brenners liegenden Füchse nach letzterem abgeführt wird. Wie durch die Pfeile angedeutet ist, theilt sich der mit großer Geschwindigkeit in die Wanne tretende Flammenstrom 3, sobald die ihm innewohnende lebendige Kraft geringer wird als der durch den Schornstein erzeugte Zug, und nun zieht die Flamme gewissermaßen in zwei Strömen in Richtung der Pfeile 4 durch die Füchse ab.

Die eigentliche Wanne hat die Gestalt eines länglichen Rechtecks, dessen vordere Seite fehlt und durch einen gedrückten Bogen ersetzt wird. In der

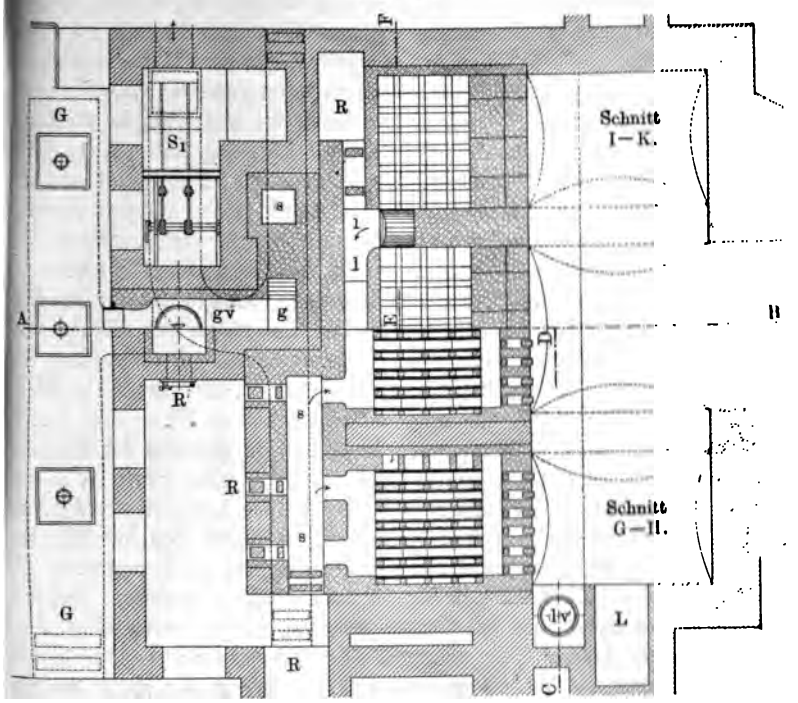
[1]) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1889, 535.

Fig. 349 u. 350.



Nähe des Flammeneintrittes entsteht die höchste Temperatur, welche zum Schmelzen des Rohmaterials nothwendig ist; hier wird das Gemenge an beiden Seiten bei *e* eingelegt und auf dem bereits geschmolzenen Glase schwimmend nach der Mitte der Wanne hin geschoben. An der runden Seite *a* der Wanne befinden sich die Arbeitsplätze; hier wird das blanke Glas aus der Wanne genommen, wodurch das in der Schmelze begriffene Glas das Bestreben bekommt, sich von hinten nach vorn zu bewegen; da es auf diesem Wege der Einwirkung des Feuers ausgesetzt ist, so wird der Schmelzvorgang und das Blankwerden des Glases hier beendet. Die Verbrennungsgase, nachdem sie die

Fig. 352.




beiden erwähnten wagerechten links und rechts neben dem Brenner liegenden Füchse durchzogen haben, gelangen in die senkrecht angeordneten Canäle *s*, welche ihrerseits wieder in je einen wagerechten Canal *s* (Schnitt *GH*, Fig. 352 unten) einmünden. Die zuletzt genannten Canäle *s* liegen quer vor der oberen Reihe der Lufterhitzerzüge; ihre Sohle liegt tiefer als die Unterkante der letzteren. Von *s* aus führen je drei kurze Canäle eine Verbindung mit den Lufterhitzern herbei.

Die Lufterhitzer bestehen aus je sechs über einander liegenden Reihen von Feuerzügen, durch welche die Verbrennungsgase nach unten zu einem gemeinschaftlichen Sammelcanale entweichen, welcher ebenso wie der obere Canal *s*

mit den Lufterhitzern in Verbindung steht. Dadurch wird eine gleichmäßige Zugeinwirkung des Schornsteines auf die Lufterhitzer erzielt, wodurch die Wirkung der letzteren erhöht wird. Trotzdem entweicht mit den Verbrennungsproducten ein so bedeutender Wärmeantheil unnütz in den Schornstein, daß dadurch eine größere Dampfkesselanlage zu Betriebszwecken geheizt werden könnte. Die kalte Luft tritt durch zwei Luftventile *lv* (Fig. 349 und 351), von denen je eines hinten an jeder Seite der Wanne in den Umfassungswänden der Kellerräume angeordnet ist, in Richtung der Pfeile *o* strömend, in einen wagerechten Sammelcanal, der von den drei Lufterhitzern unter Kellerflur angebracht ist. Dieser Canal steht durch ein System von kleinen Verbindungscanälen mit den Canälen, welche die Feuerzüge der Lufterhitzer allseitig umgeben, von unten aus in Verbindung. Hieraus folgt, daß die kalte Luft von unten einströmt, sich allmählich erwärmend zwischen den Feuerzügen in Zickzackbahn in die Höhe steigt, um sich schließlich hoch erhitzt unter den Gewölben der Lufterhitzer anzusammeln. Von hier aus strömt die heiße Luft in Richtung der Pfeile 1 in einen Sammelcanal *l* (Schnitt *IK*, Fig. 352 oben), steigt dann in einen vor dem Gascanale *g* senkrecht angeordneten Luftcanal, welcher mit einem Canalsysteme verbunden ist, das die beiden Abhitzeschächte *s* umgiebt und gelangt nunmehr hoch erhitzt in den Brenner, wo sie mit dem Gasstrome zusammentritt, der ebenfalls von dem heißen Mauerwerke der Abhitzecanäle Wärme empfängt. — Zur Beobachtung und zum Reinigen der sämmtlichen Gas- und Luftcanäle sind an passenden Stellen Schaulöcher und Reinigungsthüren angebracht, auf den Zeichnungen mit *R* bezeichnet. Die Regelung der Temperatur in der Wanne erfolgt von der Hüttenflur aus durch ein Gasventil *gv*, zwei Luftventile *lv* und einen Schornsteinschieber $S^1$. — Der Boden der Wanne wird durch Zuführung von kalter Luft in Richtung der Pfeile 5 (Schnitt *CD* und *AB*) in bekannter Weise gekühlt. Eine weitere Kühlung ist nicht erforderlich, da alle Seitenwände der Wanne behufs Auswechselung schadhaft gewordener Steine vollständig frei stehen. Das Hauptgewölbe der Wanne wird, wie im Schnitt *CD*, *EF* angedeutet, von der Verankerung des Ofens getragen. — Die Wanne ist für 16 Arbeitsstellen eingerichtet. Um den vorderen runden Arbeitstheil der Wanne zieht sich ein gemauerter Graben *n*, welcher an seiner äußeren Seite oben mit einer Eisenbahnschiene eingefaßt ist. An letzterer klopfen die Glasmacher bei der Arbeit ihre Pfeifen ab, so daß die am Pfeifenkopf haftende Glasmasse, der sogenannte „Näbel", in den Graben *n* fällt. Der hierdurch entstehende Glasabfall darf aus Rücksichten auf die Güte des zu erzeugenden Glases nur im bestimmten Verhältnisse zu dem Gemenge verwendet werden. Jeder Platz hat ein leicht fortzunehmendes Trittbrett *t* über der Näbelrinne *n*. — Um das Mitreißen von leichten Gemengetheilen durch den Zug nach den Lufterhitzern möglichst zu verhindern, empfiehlt es sich, das Gemenge so mit Wasser anzufeuchten, daß es beim Zusammendrücken in der Hand schneeballartig zusammenbackt und nicht mehr abstäubt. — Die Größenverhältnisse sind:

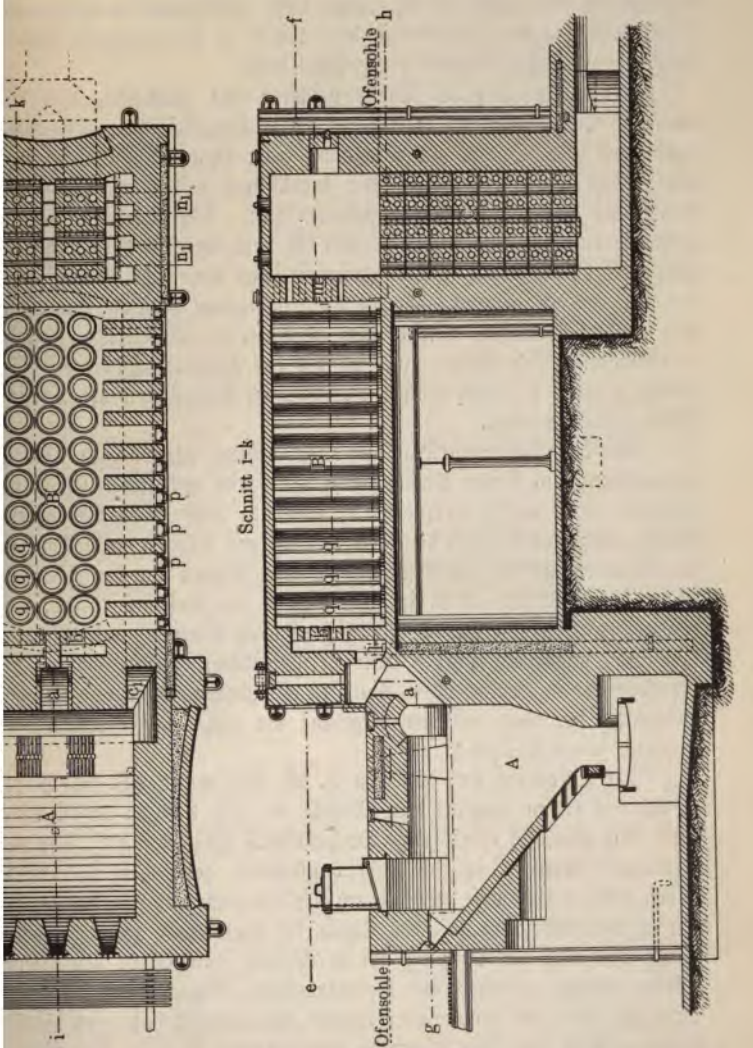
| | | |
|---|---|---|
| Gesammte Rostfläche von zwei Gaserzeugern . . . . . | = | 4 qm |
| Freie Rostfläche von zwei Gaserzeugern . . . . . | = | 1,6 qm |
| Senkrechter Abstand von Oberkante der mittleren Rostbalken bis zur Unterkante des Brenners . . . . . | = | 5,04 m |
| Freie Heizfläche der Lufterhitzer . . . . . | = | rd. 173 qm |
| Innerer Durchmesser des Schornsteins, unten . . . . | = | 1,20 m |
| Innerer Durchmesser des Schornsteins, oben . . . . . | = | 0,85 m |
| Höhe des Schornsteins über Oberkante der mittleren Rostbalken . . . . . | = | 34 m |
| Mittlere Länge des von der Flamme bezw. von der Abhitze zurückgelegten Weges, vom Flammeneintritt bis zum Schornsteine etwa . . . . . | = | 42 m |
| Oberfläche des geschmolzenen Glases etwa . . . . . | = | 33 qm |
| Inhalt der Wanne etwa . . . . . | = | 26,5 cbm |
| Gewicht des in der Wanne enthaltenen Glases für 1 cbm 26 hk etwa . . . . . | = | 689 hk |
| Kohlenverbrauch in 24 Stunden . . . . . | = | 55 bis 60 hk |

Während zwei Monaten wurden ausschließlich ganze Exportflaschen, je 0,75 k schwer, angefertigt, welche das Pasteurisiren bedeutend besser aushalten, als unter sonst gleichen Verhältnissen in einem Hafenofen mit Gasfeuerung hergestellte Flaschen. In 24 Stunden wurden hergestellt: 10500 bis 11000 Flaschen oder 7875 k fertiges Glas. An Kohlen sind demnach durchschnittlich für 1 k fertiges Glas 0,73 k nöthig. Die Herstellungskosten der ganzen Anlage betrugen 58600 Mk.

In Schweden hat man nach Odelstjerna[1]) seit 1883 allgemein Oefen mit sehr hohem Gewölbe und mit abwechselnden Einströmungen für Gas und Luft (Fig. 353 u. 354 a. f. S.). Da man dort einen möglichst großen Procentsatz an Roheisen verwendet, wünscht man, daß die Hälfte des Einsatzes in den heißen Luftströmen, die aus den Füchsen kommen, geschmolzen wird. Auf diese Weise verbrennt fast das ganze Silicium und selbst ein Theil des Kohlenstoffs während des Schmelzens, so daß die Reactionen in dem Bade früher beginnen können. Außerdem ist ein kleinerer Theil des Materials der Berührung mit der Gasflamme ausgesetzt. In Werken, wo schwefelhaltige Kohle oder Torf zur Gaserzeugung verwendet wird, ist es von Vortheil, das Metall während des Schmelzens der Schwefelaufnahme weniger zugänglich zu machen. Daß dies ein Vortheil ist, geht aus der bedeutenden Verminderung der verbrauchten Menge Ferromangan hervor, nachdem ein Ofen, welcher früher die Gaseinströmungen unten und die Lufteinströmungen oben gehabt hatte, nach dem Gallerie-Typus umgebaut worden war. Die Schwierigkeit bestand früher darin, daß die Scheidewände zwischen den Einströmungen bald niederschmolzen, aber man ist darüber hinweg gekommen, indem man feuerfeste Steine von passenderer Größe und Form verwendete. Man hat auch Jahre lang Staubsammler verwendet, sogenannte Staubtaschen zum Sammeln der fein vertheilten Schlacke, welche die Verbrennungsproducte aus dem Ofen mitführen. Man macht die Einströmungen gegen den Boden des Herdes zu geneigt, um den Boden zwischen den Hitzern nach dem Ausbessern rasch gesintert zu bekommen. Dies veranlaßt indessen einen geringen Brennstoffverlust in Folge der weniger

[1]) 1894, 699.

terialaufwand zu erreichen. Die Figuren zeigen einen solchen Ofen, in chemische Producte bei ständig hoher Temperatur erzeugt werden. im Generator *A* erzeugten Gase gelangen durch die Oeffnung *a* en durchbrochenen Feuerschirm *b* und durch die Oeffnungen *c* bezw. $c_1$




Canäle *d* bezw. $d_1$, welche durch große Formsteine *e* gebildet werden. ilden auch einen Theil der Seitenwände des Ofens *B* und haben an asis Oeffnungen *f*, aus welchen die brennbaren Gase austreten und, erhitzter Luft vereinigend, als Flamme in den Heizraum gelangen. Die

erhitzte Luft wird den Verbrennungsherden durch die Leitungen $g$ bezw. $g_1$ zugeführt, welche, ebenso wie die Gasleitungen $d$ bezw. $d_1$, aus großen Formsteinen $h$ zusammengesetzt sind, die ebenso wie jene einen Theil der Längswandungen des Ofens bilden und deren Austrittsöffnungen $i$ mit den Röhren $k$ in den Formsteinen $e$ correspondiren. Hinter jeder Austrittsöffnung des Gases befindet sich eine solche für die erhitzte Luft, von welcher auch ein angemessener Theil sowohl aus $g$ wie aus $g_1$ dem aus $b$ in den Heizraum tretenden Gase durch die Leitungen $l$ bezw. $l_1$ zugeführt wird.

Die Befeuerung des Ofens geschieht also gleichzeitig von einer seiner schmalen Stirnseiten und von seinen beiden Längsseiten her, so daß der Heizraum von allen Seiten, mit Ausnahme einer schmalen Stirnseite, nach welcher hin das gesammte Feuer durch die Zugrichtung geführt wird, die nöthige constante und gleichmäßige Wärmezufuhr erhält. Die abgehende Flamme durchzieht die durchbrochene Wand $m$ und die senkrechten Röhren des Regenerativapparates $C$, an welche sie den größeren Theil ihrer Wärme abgiebt, ehe sie in den Schornstein gelangt. Durch die wagerechten Röhren von $C$ streicht die von außen durch die Oeffnungen $n$ bezw. $n_1$ eintretende secundäre Verbrennungsluft und strömt dann mittelst der großen Hohlsteine $o$ in die Luftcanäle $g$ bezw. $g_1$, aus welchen die einzelnen Feuerstellen des Ofens mit derselben gespeist werden.

Um die Wärmeausstrahlung der hohlen Längswände des Ofens zu vermindern, um ferner Undichtheiten der darin enthaltenen Gas- bezw. Luftleitungen nach außen vorzubeugen, und um eine solide Verankerung dieser Wände herzustellen, sind dieselben mit eisernen Platten umkleidet, welche nur an einzelnen Stellen mittelst angegossener Rippen an den Wandungen anliegen, im Uebrigen aber einen Hohlraum an denselben lassen, welcher mit einem zur Isolirung und Dichtung geeigneten Material, wie Asche, Sand ꝛc., sorgfältig ausgefüllt wird. Die verschließbaren Oeffnungen $p$ dienen zur Revision der in vorliegendem Falle zu erhitzenden, stehenden Retorten $q$ und gleichzeitig zur etwa nöthigen Regelung der einzelnen Feuerstellen des Ofens während seines Betriebes.

Der Thonbrennofen von C. W. Siemens (D. R.-P. Nr. 4412) besteht aus einem ringförmigen Canale $A$ (Fig. 357 u. 358), dessen Sohle durch eine ebenfalls ringförmige Drehscheibe $B$ gebildet wird. Der ringförmige Ofencanal selbst ist in sich nicht vollkommen geschlossen und wird an den beiden offenen Enden $a$ und $b$ durch Thüren nach außen gedichtet, so daß das neu zu brennende Gut auf dem Theile der Drehscheibe zwischen $a$ und $b$ aufgesetzt wird und bei Drehung der Drehscheibe zunächst in den Raum $cd$ des Ofens gelangt, welcher als Vorwärmraum betrachtet wird; nachdem das Brenngut hier eine längere oder kürzere Zeit verweilt hat, wird die Drehscheibe weiter gedreht und das nunmehr vorgewärmte Gut in den Raum $ef$ gebracht, welcher den eigentlichen Brennraum bildet und nach dem Princip der Siemens'schen Regenerativ-Gasöfen geheizt wird. Zu diesem Zwecke sind die beiden Regeneratorenpaare $V$ und $V_1$ angeordnet; es sind besonders $X$ und $X_1$ die Gasgeneratoren, während $Z$ und $Z_1$ die für Vorwärmung der

Luft bestimmten darstellen. Die Wechselvorrichtungen, sowie der Abzug nach dem Schornsteine befinden sich in dem Raume $Y$ zwischen den Regeneratoren. Ist der Brand vollendet, so wird die Drehscheibe weiter gedreht, so daß das Brenngut in den Kühlraum $gh$ gelangt, von wo es durch weitere Drehung nach geschehener Kühlung in den Raum zwischen $a$ und $b$ geschoben wird und somit den Kreislauf vollendet hat.

Fig. 357.

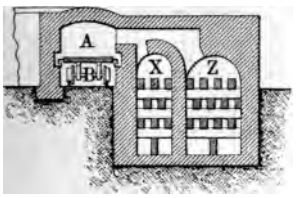
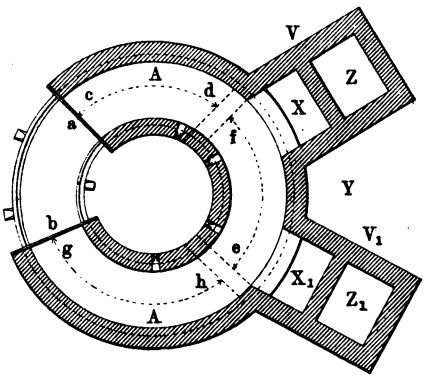



Fig. 358.




Selbstredend gehen die verschiedenen Processe des Vorwärmens, Brennens und Abkühlens gleichzeitig vor sich, so daß ein continuirlicher Betrieb herbeigeführt wird. — Viel Beifall wird der Vorschlag wohl kaum finden [1]).

Zum Verbrennen von Wirthschaftsabfallstoffen, insbesondere des Hausmülls, empfiehlt R. Schneider [2]) einen Wannenofen mit geneigten und senkrechten Füllschächten und entsprechender Heizanlage. Das Maß der Neigung der Füllschächte ist je nach der Art des zu verarbeitenden Materials zu wählen. Für die Abfallstoffe aus den Wirthschaftsbetrieben der Städte, welche neben Wasser und einer geringen Beimengung von thierischem Koth aus etwa 30 bis 35 Proc. brennbaren Stoffen, wie Holz, Stroh, Papier, Lumpen, Kohlentheilen, und etwa 50 Proc. unbrennbaren Stoffen, wie Sand, Schlacken, Scherben, Steinen, Kalk, Knochen, Muscheln u. s. w. bestehen, ist die in Fig. 359 u. 360 (a. f. S.) angegebene Neigung der Füllschächte als günstig zu erachten, während für Fabrikabfallstoffe, in denen das Verhältniß der verbrennbaren zu den unverbrennbaren Stoffen erheblich schwankt, eine geringere oder größere Neigung zweckmäßig ist.

Für die Heizanlage ist hier das Regenerativsystem gewählt, obwohl selbstverständlich auch viele andere Anordnungen möglich sind. $G_1$ und $G_2$ sind Gas- und $L_1$ und $L_2$ Luftregeneratoren. Beide sind durch Canäle mit Wechselventilen einerseits mit der Gas- und der Luftheizung, andererseits mit dem Schornsteincanale, wie üblich, verbunden. Zwischen je einem Gas- und Luftregenerator ist eine Staubfangkammer $S$ angeordnet. Die einzelnen Regeneratoren sind durch eine je nach der Größe der Anlage wechselnde Anzahl Canäle oder Füchse mit dem eigentlichen Schmelzraume $W$ verbunden. Dieser ist auf

[1]) Vergl. F. Fischer, Handb. d. chem. Technologie. 4. Aufl. (Leipzig 1900), S. 753. — [2]) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1898, 593.

der einen Seite mit Abstich- und Arbeitsöffnungen $a$ und $A$ versehen, auf gegenüber liegenden bei $O$ mit einer größeren verschließbaren Oeffnung, [illegible] die man im Bedürfnißfalle besonders große Stücke einführen kann, wie z. [illegible] inficirte Wäschebündel, Möbeltheile, Thierradaver. Die Abstichöffnungen [illegible] sind so gelegen und [illegible] daß immer nur das [illegible] flüssige Schmelzgut abgezogen werden kann.

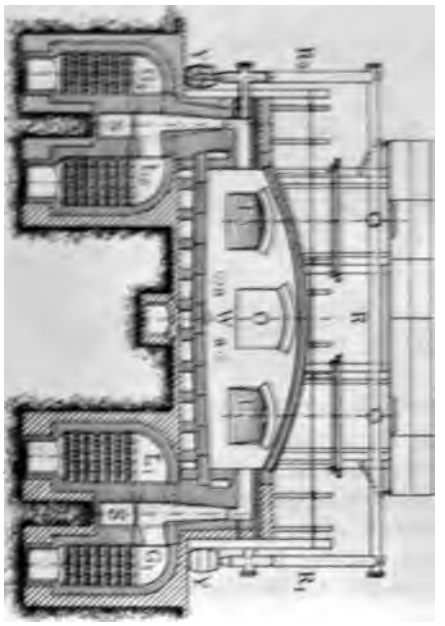


Fig. 359.

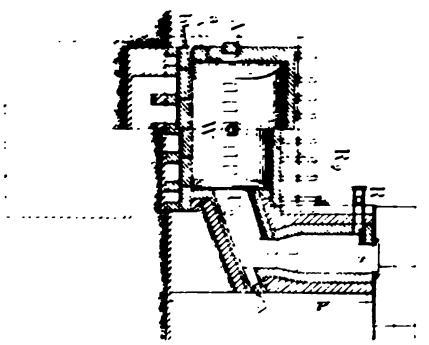


Fig. 360.

Die Stoffe werden [illegible] Schmelzofen durch [illegible] Schächte $C_1$ und $C_2$ zugeführt, die durch die verschließbaren Oeffnungen $s$ beschickt werden. Die Füllschächte sind [illegible] einander durch einen Canal oder ein Rohr $R$ verbunden, von dem Abzweigungen $R_1 R_2$, die mit Ventilen oder anderen Verschlüssen versehen sind, nach beiden Seiten des Ofens gehen, so daß die sich in den Schächten bei der trockenen Destillation bildenden Gase dem Ofen wieder zugeführt werden. Im Allgemeinen werden die in die Schächte eingeführten Stoffe regelmäßig niedergleiten. Immerhin kann aber bei $x$, sofern dies nöthig wird, nachgeschürt werden. Das Rohr $R$ ist mit Reinigungsöffnungen und Vorrichtungen $Y$ zur Aufnahme des Niederschlagwassers versehen. Sein eines Ende ist stets geschlossen, das andere stets mit dem Ofen in Verbindung, so daß vermittelst des Schornsteinzuges die Gase in den Ofen hineingesogen werden. Nachdem vermittelst der in der (auf der Zeichnung nicht dargestellten) Gaserzeugungsanlage erzeugten Heizgase der Ofen entsprechend aufgeheizt worden und eine erste Post von Glasscherben oder anderem leicht schmelzbaren Stoff niedergeschmolzen ist, werden die Schächte nach und nach mit den Abfallstoffen gefüllt und gefüllt erhalten. Die in den untersten Theilen der Schächte befindlichen organischen Stoffe werden durch die Schmelztemperatur des Ofens zu Kohlensäure und

ſſer verbrannt, welche, den Zugverhältniſſen entſprechend, die Schächte und
it die niederzuſchmelzenden Schichten durchzieht und ſich dabei zu Kohlen-
dgas reducirt. Ein Gemenge, beſtehend im Weſentlichen aus Kohlenoxyd
d Waſſerdampf, tritt am oberen Ende der Schächte in das Verbindungsrohr *R*
d wird durch dieſes und ſeine Zweigleitungen dem Ofen zugeführt. Auf dem
ege dahin werden die wäſſerigen Producte condenſirt und abgeleitet.

Die in dem Ofen niedergeſchmolzenen Maſſen werden bei *a* abgeſtochen
d in Formen gegoſſen, mit denen ſie in beſondere Oefen zur allmählichen
ühlung geſtellt werden. Die ſo entſtandenen Blöcke, Formſteine, Pflaſter-
ine u. dergl. ſind als ein wetter- und waſſerbeſtändiges Baumaterial zu
rwerthen, ſofern die Zuſammenſetzung der Geſammtabfallſtoffe der Durch-
nittserfahrung entſpricht. Selbſtverſtändlich kann aber das Endproduct je
ch der Zuſammenſetzung der Abfallſtoffe oder beabſichtigten Verwerthung
rſelben verbeſſert werden, wenn man einem kalk- oder alkalienarmen Schmelz-
oducte entſprechende Mengen dieſer Stoffe zufügt. Obwohl in den ver-
iedenen Jahreszeiten die Zuſammenſetzung der Abfallſtoffe in geringen
renzen immer wechſelt, ſo wird doch die Praxis ſehr raſch die Menge der
a wünſchenswerthen Zuſätze für die verſchiedenen Betriebsperioden erkennen
ſen. Anſtatt in Formen kann man die feuerflüſſigen Maſſen auch in Waſſer
fen laſſen und erhält dann ein ſcharfkantiges, kieſiges Product, das zu
gebauten, zur Aufſteinung von Wegen, zur Mörtelbereitung gut benutzt
den kann. Durch entſprechende Zuſätze wird brauchbares Flaſchenglas
alten. Berliner Müll hat z. B. im Mittel folgende Zuſammenſetzung:

| | | |
|---|---|---|
| Waſſer | 4,10 | Proc. |
| Organiſche Subſtanzen, das ſind Papier, Lumpen, Stroh, Holz u. dergl. | 28,05 | „ |
| Natronverbindungen | 2,28 | „ |
| Freie Kieſelſäure (Quarz) | 2,17 | „ |
| Kieſelſaure Verbindungen von Kalk, Magneſia und Thonerde | 28,56 | „ |
| Eiſenſilicate | 14,36 | „ |
| Freie Thonerde | 3,56 | „ |
| Freies Eiſenoxyd | 6,96 | „ |
| Sonſtige Verbindungen von Kalk und Magneſia | 9,96 | „ |

Um die Einführung der Gasfeuerung für Dampfkeſſel hat ſich
onders C. Haupt viel Mühe gegeben[1]). Nach D. R.-P. Nr. 5730 münden
Luftcanäle der äußeren Generatorwände oben oder ſeitlich aus; die hier
tretende Luft wird vermittelſt eines Gebläſes oder durch die anſaugende
aft des Auftriebes im Generator durch die Canäle *b* (Fig. 361 a. f. S.) in
Generatorſohle hindurch in den Aſchenfall getrieben und tritt hier durch
Oeffnung *c* ein; der Aſchenfall iſt natürlich vorn durch eine Thür ab-
chloſſen.

Die zur Verbrennung des Gaſes dienende Luft tritt durch die Röhren *d*
, ſammelt ſich in den Röhren *e* und den Canälen *f* und wird hier mit dem
ſe in gewöhnlicher Weiſe zur Verbrennung zuſammengeführt. Die dadurch

[1]) Vergl. Mittheilung: Dampfkeſſel betr. 1879, 108.

gebildete Flamme übt erfahrungsmäßig sehr leicht durch Entwickelung zu Temperaturen locale Ueberhitzungen der Wandungen des Feuerraumes u Kessel- oder Pfannenbleche aus, wenn dieselbe nicht in viele einzelne Flam strahlen aufgelöst wird. Haupt b das letztere durch die in Fig. 36 gestellten, halbhohlkugelförmigen, Fußansätzen versehenen sogen. Ka welche über die Flammenströme werden und diese auflösen. Desg schützt er bei Flammenrohrkessel Rohre dadurch gegen locale Ueberh durch das eintretende Flammen daß er in dieselben Scharmotterin schiebt, indem dieselben an ihrer fläche mit Rippen und dazwischen

Fig. 361.

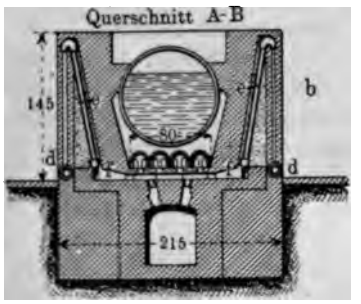
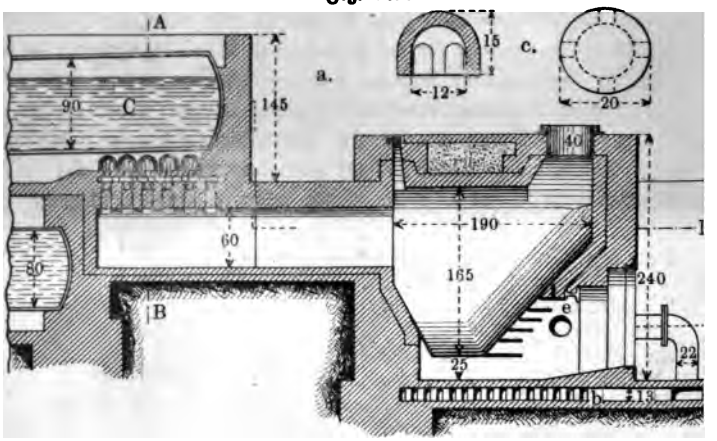



Fig. 362.




den Aussparungen versehen sind, welche letzteren vielfach durchlocht n Diese Lochung soll das Springen der Scharmotteringe verhindern ur Flamme gestatten, in Verbindung mit den Aussparungen die innere Flä Flammenrohre in sehr fein zertheiltem Zustande zu berühren.

Nach dem Zusatzpatente Nr. 8762 wird der Generator unmittelbar die Feuerung gelegt.

Möller (D. R.-P. Nr. 6387) empfiehlt für Dampfkesselfeuer und dergleichen die Einschaltung eines Staubfanges zwischen Gaserzeuge Brenner, mit Metallsieben mit und ohne Schlackenwollfiltern, die sich entfernen und reinigen lassen.

Nach Berndt und J. Baldermann (D. R.-P. Nr. 14721 u. 17 ist an der Vorderseite des Kessels eine Gaskammer angeordnet, welche si zwei Kammern, einer Unterkammer $A'$ (Fig. 363 u. 364) und einer Oberka $A''$ zusammensetzt. Vom Kopfe der Unterkammer zweigen sich zwei se

ile *a* ab, welche sich unter der Sohle des Feuerzuges *Z* hinziehen und einen mittleren Canal *b* übergehen, welcher in die Oberkammer *A''* et. In der Decke der Oberkammer befinden sich zwei Reihen durch *G* stellbare Oeffnungen *α* für die Gasströmung. Parallel den Seiten-

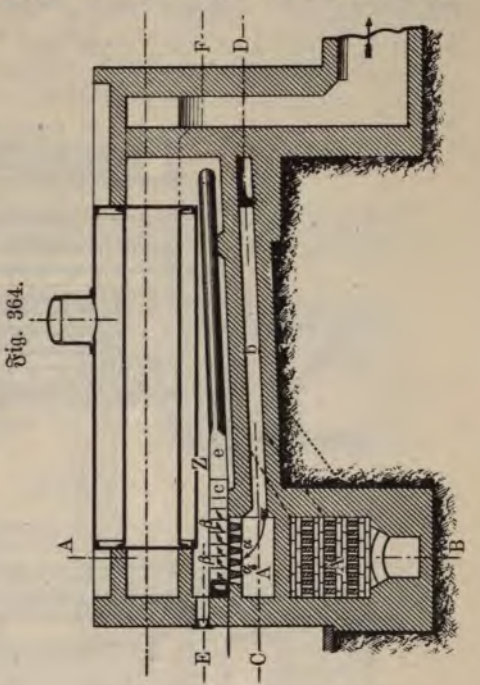



Fig. 364.

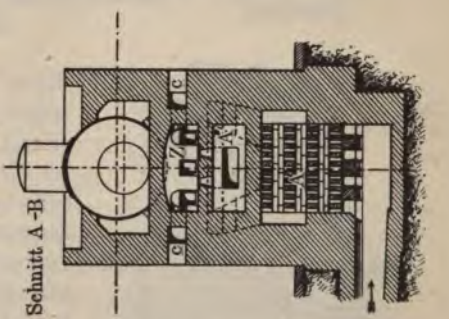



Fig. 363. Schnitt A-B

jen des Feuerzuges *Z* sich zwei Luftcanäle *c*, am Hinterende des n zwei eiserne Rohre *e* Diese sind inner- s genannten Feuer- s nach der Kopfseite els geführt und dort ntlichen Brennraume eines entsprechenden zu einem parallelen hre *e'* von der Länge ennraumes vereinigt. lb des Brennraumes einander zugekehrten der drei Rohrstücke Schieber *L* adjustir- tsströmungsöffnungen e Luft versehen. e vom Generator kom- Gase strömen in die mer *A'*, welche regene- g mit Steinen aus- t, um durch Ober- rgrößerung die Aus- von noch vorhandenem s. w. zu ermöglichen, rch die Canäle *a b*, rch die von den Feuer- eheizten Decken der- rgewärmt werden, und in die Oberkammer von hier aus durch eihigen Oeffnungen *α* rennraum einzutreten.

e Verbrennungsluft durchströmt zunächst die durch die Seitenwände rzuges *Z* geheizten Canäle *c*, tritt dann in die der hohen Temperatur me ausgesetzten Eisenrohre *e e'* ein und von hier aus durch die vier ei einander gegenüber liegenden) Reihen Oeffnungen *β* in den Brenn- , so daß jede der beiden Gasströmungen von zwei einander gegenüber Luftströmungen gefaßt wird.

Bei der Gasfeuerungsanlage von R. Dralle (D. P.-P. Nr. 54 754) gelangen die im Gaserzeuger $G$ (Fig. 365 bis 367) erzeugten Gase in der Pfeilrichtung 1 durch die Stellvorrichtung $Gv$ zum Brenner, wo sie mit der aus Oeffnung $Lh$ in Pfeilrichtung 2 kommenden und erhitzten Luft zusammentreffen und sich entzünden. Die im Brenner gebildete Flamme tritt erst in den freien

Fig. 365.

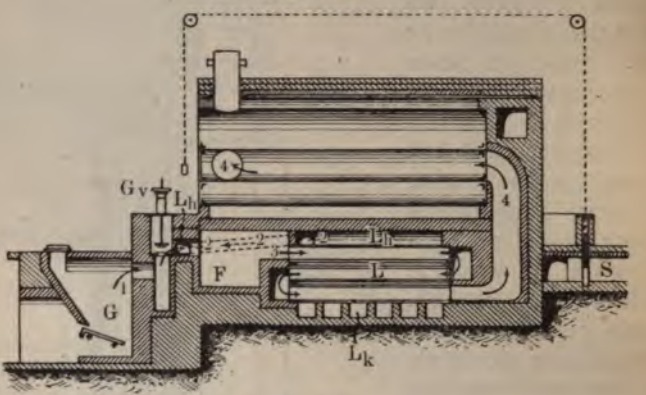



Fig. 366.

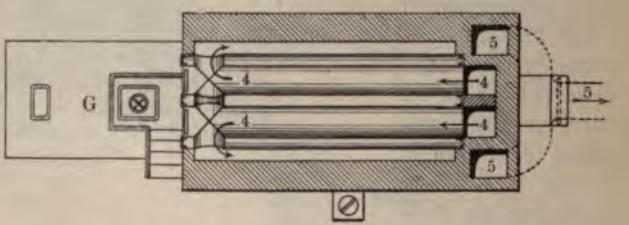
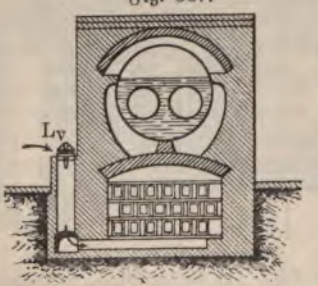



Fig. 367.



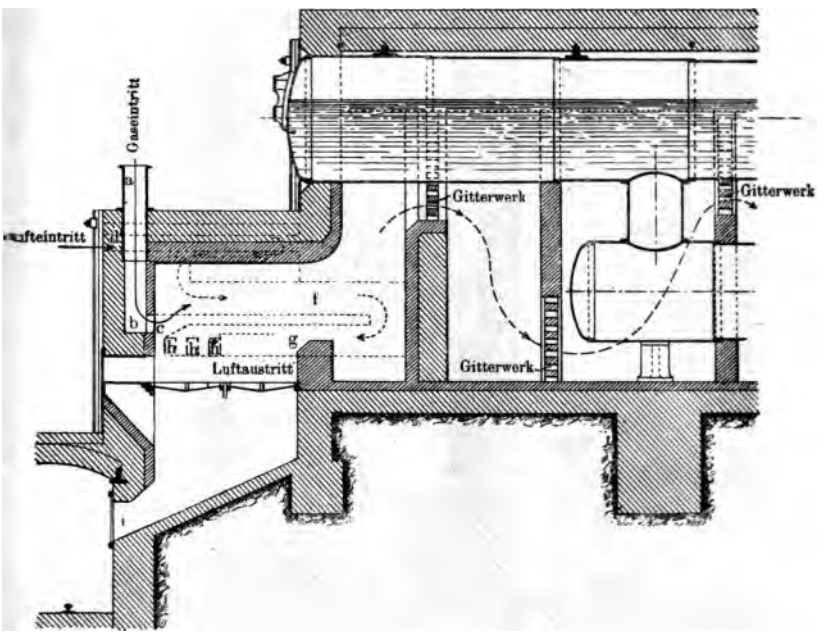

Raum $F$, durchzieht in Pfeilrichtung 3 die mehrfach gewundenen Feuerzüge $L$ und gelangt in Pfeilrichtung 4 zu der Beheizung des Kessels. Die in den Feuerzügen $L$ ausgestrahlte Wärme erhitzt die kalte Verbrennungsluft, welche bei $Lv$ durch ein Luftventil in die um die Feuerzüge $L$ angebrachten Canäle $Lk$ tritt, um dann, durch $Lh$ strömend, zu einer immer höheren Temperatur der Verbrennungsflammen beizutragen.

Da bei Dampfkesselfeuerungen keine besonders hohe Temperatur erforderlich ist und die Wärme der abziehenden Gase nicht bedeutend ist, so ist die Gasfeuerung für Dampfkessel von geringerer Bedeutung als für die anderen S. 323 bis 370 besprochenen Zwecke.

Anhangsweise möge noch erwähnt werden:

Die Verwendung der Hochofengase zum Heizen der Dampfkessel[1]) hat einigermaßen an Interesse dadurch verloren, daß sie neuerdings zum Betriebe von Gaskraftmaschinen dienen[2]); es möge daher folgendes Beispiel der Dampfkesselheizung beim Eisenwerke „Kraft" genügen. Bei gewöhnlichem Betriebe mit Hochofengasen wird der Rost mit Platten oder Steinen bis auf zwei Drittel zugedeckt und dann auf dem offen bleibenden mittleren Drittel ein schwaches Feuer von Kleinkoks oder Kokslösche unterhalten, damit die Hochofengase stets mit Sicherheit sich entzünden können. Hinter dem Rost liegen drei

Fig. 368.

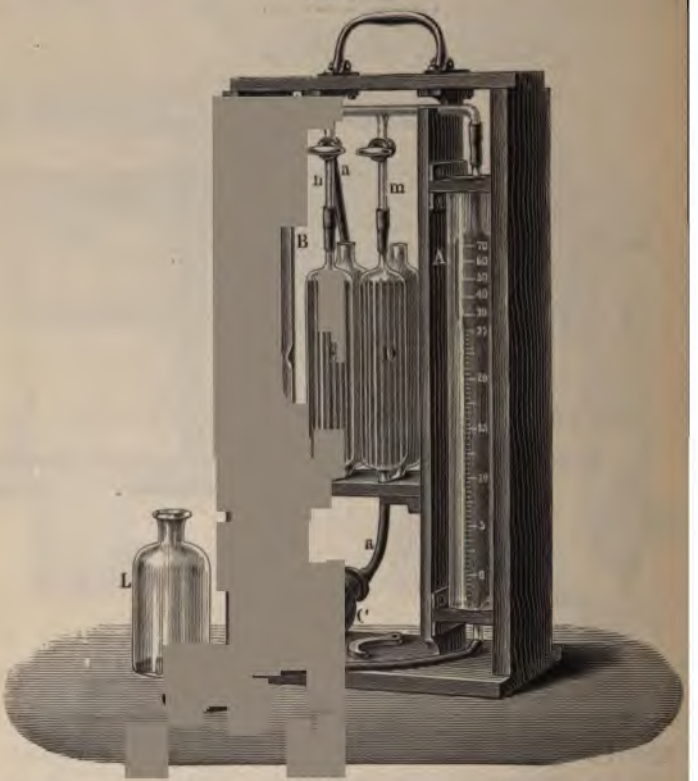



in Gitterwerk hergestellte Mauern (Fig. 368). Diese haben den Zweck, den Gasen und der Verbrennungsluft ein Hinderniß zu bieten, an dem sie sich gründlich zu mischen haben. Diese Feuerung hat sich in Oberschlesien bestens bewährt. Mit den dortigen nassen Hochofengasen wurden auf je 1 qm Heizfläche 19 Liter Wasser in der Stunde verdampft, wobei letzteres eine Speisetemperatur von 15° und der Dampf eine Spannung von $4^1/_2$ Atm. hatte, während die abgehenden Gase bei normalem Ofengange eine Temperatur von 380° und einen Sauerstoffüberschuß von nur 2 bis 3 Proc. und keine Spur von Kohlenoxyd hatten.

[1]) Fischer's Jahresber. 1888, 133; 1897, 196. — [2]) Das. 1897, 200; 1898, 138; 1899, 135.

**Betriebsaufsicht für Gaserzeuger und Gasfeuerungen.** alle Gaserzeuger — sei es für Wassergas (S. 208 bis 251), Mischgas (S bis 272) oder Generatorgas (S. 274 bis 320) — ist es wichtig, da gelieferte Gas möglichst wenig **Kohlensäure** enthält. Für die gewöh Betriebsaufsicht genügt daher die Bestimmung der Kohlensäure, welche dem Bd. I, S. 249 beschriebenen Verfahren in wenigen Minuten ausge wird. Fig. 369 zeigt den dafür vom Verf. angegebenen Apparat[1]).

Fig. 369.




Will man **ausnahmsweise** eine vollständige Analyse des Gases führen, so eignet sich hierfür der Bd. I, S. 635 beschriebene Apparat.

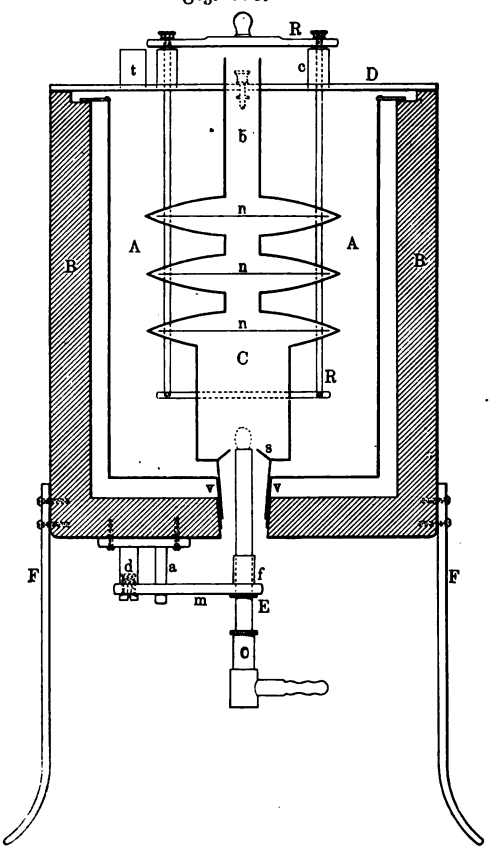
Etwaige **Wärmemessungen** geschehen in der Bd. I, S. 615 u. angegebenen Weise.

Für die Bestimmung des **Brennwerthes** der Gase verwendet Ver in Fig. 370 skizzirten Apparat. In dem Holzgefäße *B* hängt das aus nickeltem Kupfer hergestellte Wassergefäß *A*. Der ebenfalls vernickelte hälter *C* wird wasserdicht in den Ansatz *v* des Wassergefäßes *A* eingesetzt

[1]) Universitätsmechaniker W. **Apel** in Göttingen liefert denselben für 4

nsenförmigen Erweiterungen sind am Rande ausgezackte Bleche *n* damit die Verbrennungsproducte die Metallflächen möglichst berühren ärme an das Wasser abgeben, bevor sie durch *b* entweichen. Die des zweitheiligen Deckels *D* trägt den Ansatz *t* für das Thermo- zwei Ansätze *c* für den Rührer *R*. Das Ganze ruht auf den drei en Füßen *F*. Der von Zapfen *d*, Arm *n* und Hülse *f* getragene kann durch Anschlag *a* und einen Stift unter *f* leicht und sehr e gezeichnete Stellung gebracht werden. Durch den schrägen Ansatz *s* uft zur Flamme gleichzeitig das Wasser zurück-

Fig. 370.




usführung einer tzt man Einsatz ısatz bei *v* wird ettet), gießt in die erforderliche asser, legt Deckel tzt das Thermo- in und bewegt r, bis die Tem- nstant ist. In- t man den Bren- eit als erforder- h unten gezogen ußen geschlagen, h Schlauch mit rimentirgasuhr durch welche das hende Gas schon it geleitet war, perrwasser damit . Nun wird das mende Gas ent- d die Flamme llt, daß — wie ien Vorversuch wurde — voll- erbrennung erfolgt (etwa 5 Proc. überschüssiger Sauerstoff). Man Stand der Gasuhr ab, schiebt gleichzeitig mit der rechten Hand unter das Calorimeter, bis *m* den Anschlag *a* trifft, und Brenner *E* ichnete Stellung, was — ohne hinzusehen — in kaum einer Secunde st die gewünschte Menge Gas verbrannt (etwa 1,5 bis 2 Liter oder 3 Liter Mischgas oder Generatorgas), so drückt man den unmittelbar vor dem Brenner zu, notirt den Stand des Gasmessers

und bewegt den Rührer, bis das Thermometer festen Stand zeigt (etwa 2 Minuten). Temperaturzunahme mal Wasserwerth des Calorimeters giebt den rohen Brennwerth des verbrannten Gases. Für die Betriebsaufsicht genügt diese, in wenigen Minuten ausführbare Bestimmung vollkommen.

Für genaue Bestimmungen wird das Kühlwasser des Behälters *A* ausgegossen, *C* ausgehoben, außen abgetrocknet (ohne daß das Condensationswasser ausfließt) und gewogen; dann wird das Condensationswasser ausgegossen [1]) und *C* im Trockenschrank bei etwa 110° getrocknet; der Gewichtsverlust ergiebt die Menge des Condensationswassers [2]). Bei der Berechnung ist selbstverständlich Temperatur, Druck und Feuchtigkeitsgehalt des Gases zu berücksichtigen. (Vergl. Bd. I, S. 544.)

---

[1]) Bei schwefelhaltigen Gasen spült man nochmals mit destillirtem Wasser nach. — [2]) Vergl. auch Ferd. Fischer: Taschenbuch für Feuerungstechniker. Vierte verbesserte Auflage (Stuttgart 1901).

# Alphabetisches Register.


## A.

Absorptionsbenzol 163.
Appolt-Koksöfen 68.

## B.

Backofen f. Koks 61.
Benzolgewinnung 159.
Benzolwäscher 133, 138, 144, 159.
Bienenkorböfen 61.
Braunkohlenpressen 30.
Braunkohlenstaub 27.
Braunkohlentrocknen 4.
Braunkohlenziegel 1.
Briketts 2.
—, Bindemittel 40.
—, Explosion 27.
—, Fabriken 35.
—, Mischofen 48.
—, Pressen 2, 30, 49.
—, Rentabilität 36.
—, Selbstentzündung 34.

## C.

Converter-Koksofen 68.
Coppé-Koksöfen 84.

## D.

Dampfofen 14.
Dampftellerofen 14.
Dampftrockenofen 20.
Darrsteine 2.
Dissociation der Gase 196.
Dungziegel 60.

## F.

Fäcalsteine 60.
Feuertelleröfen 5.
Flammenentfaltung 348, 351.
Formkohle 58.

## G.

Gase, Brennwerth 196.
—, specif. Wärme 97.
Gaserzeuger 284.
Gasfeuerungen 323.
Generatoren für Braunkohlen 323.
— — Holz 311.
— — Kohlen 284, 309.
— — Sägespäne 316, 320.
— — Torf 315.
— -Schlacken 321.
Generatorgas, Analysen 276, 312, 356.
—, Ausbeute 273, 277, 280.
—, aus Kohlen 275, 284.
—, aus Koks 279, 356.
—, Bildung 274, 280.
—, Gaserzeuger 284.
—, Holzgas 320.
—, mit Kohlensäure 279.
—, Theorie 195, 202, 274, 280.
—, Torfgas 321.
Generatorgasfeuerungen 323.
—, Dampfkessel 343, 369.
—, Flammenentfaltung 339, 347, 351.
—, Gasflammofen 339.
—, Glasöfen 327, 340, 360.
—, Martinöfen 325, 364.
—, Müllverbrennung 367.
—, Recuperator 327, 333.
—, Regeneratoren 326.
—, Retortenofen 351.
—, Siemens'sche Hypothese 345, 351.
—, Wärmesparer 327, 333.
—, Wärmespeicher 326.
—, Wärmestrahlung 348.

## H.

Heißluftofen 10.
Hochofengas für Dampfkessel 373.
Hochofengasregenerirung 283.

K.

...öfen 61.
...60.
...0.
...
... Ammoniakausbeute 190.
... hemie 169.
... nstitution 169.
... stillation 180.
... gasung 169, 180.
... Sauerstoff 199.
... ph, Brennwerth 196.
... pressen 55.
... Kurz, Dissociation 196.
... chwefel 153, 171.
... ffvergasung 194.
... egel 1.
... 61.
... Ammoniakgewinnung 60, 67, 80, ...5, 98, 108, 132.
... — Benzolgewinnung 132.
... — Theergewinnung 64, 67, 80, 95, 108, 132, 150.
Koksanlage, Zeche Julienhütte 137.
—, — Mathias Stinnes 146.
—, — Pluto 150.
—, — Rothberg 143.
—, — Syracus 101, 102.
Koksbenzol 158.
Koksgase 64, 155, 166, 187.
Koksofenkosten 158.
Koksofenleuchtgas 165, 187.
Koksammoniakbildung 190.
Koksanalysen 101, 147, 154.
Koksasche 155.
Koksausbringen 150.
Koksausfuhr 158.
Koksbeurtheilung 152.
Kokschemie 154, 188.
Koksgeneratorgas, Theorie 195.
Kokskohlen 151.
Koksofenstampfen 103.
Koksöfen, amerikanische 165.
—, deutsche 67.
Koksschlacke 156.
Koksschwefel 153, 171.
Koksstatistik 157.
Koksstickstoff 190.
Kokstheer 167.

M.

Meileröfen 61.
Methan, Brennwerth 196.
Mischgas, Theorie 195, 201, 261, 270.
Mischgas, Abwasser 255.
—, Ammoniakgewinnung 267.
—, Analysen 255, 260.
—, Ausbeute 273.
—, nach Dowson 252.
—, Gefahren 244, 272.
—, Sicherheitsvorschriften 246.
—, Verwendung 272.
—, Wärmeverhältnisse 261, 270.
Muldenöfen 5.

N.

Nafspreßsteine 1.

O.

Otto-Koksöfen 119, 150.
Owerschiji 60.

P.

Pech f. Briketts 46.
Posidonienschiefer 58.
Preßkohlen 1, 39, 49, 58.
Preßmaschinen 49.

R.

Recuperator 327.
Regeneratoren 326.
Röhrentrockenapparat 23.

S.

Sägespäne, gepreßt 58.
Semet-Solvay-Koksöfen 99.
Simplex 256.
Steinkohlenbriketts 39.
Steinkohlenchemie 169.
Steinkohlenentgasung 169.
Steinkohlenentgasungsproducte 175.
Steinkohlengasbildung 188.
Steinkohlen, Lagerung 172.
—, Schwefel 171.
—, Selbstentzündung 173.

T.

Tellerofen 9.
Theerbildung 188.
Trockenöfen 5, 13.

V.

Verbrennungstemperatur 191.
Vergasung der Kohlen 194.
Vergasung durch Wasserdampf 201

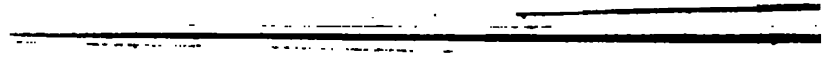
W.

rahlung 348.
)nung 195.
'n 47.
162.
ımpf, Diſſociation 196.
ß, Analyſen 226, 238.
3beute 273.
Torf 251.
riebsergebniſſe 224, 230.
'nnwerth 227.
'burirung 209, 219.
lwik 233.
ahren 244.
ſtellung 208.

Waſſergas, in Amerika 243.
—, in Bremen 219.
—, in Eſſen 224.
—, Koſten 229.
—, Lowe 209.
—, Reinigung 231.
—, Sicherheitsvorſchriften 245.
—, Strong 214.
—, Theorie 195, 202, 227.
—, Verwendung 228, 230, 249.
Waſſerſtoff, Brennwerth 196.
Waſſerſtoffherſtellung 251.
Waſſerſtoffverbrennung 206.
Windofen 13.

Y.

Yareta 60.



**Verlag von Friedrich Vieweg & Sohn in Braunschweig.**

---

# Das Studium der technischen Chemie

an den Universitäten und technischen Hochschulen **Deutschlands**

und das

# Chemiker-Examen.

Von **Prof. Dr. Ferd. Fischer.**

gr. 8. geh. Preis 1,5 ℳ.

---

# Chemische Technologie

an den Universitäten und technischen Hochschulen **Deutschlands**

von **Dr. Ferdinand Fischer.**

Professor an der Universität zu Göttingen.

gr. 8. geh. Preis 1,5 ℳ.

---

# Die chemische Technologie des Wassers.

Von **Dr. Ferdinand Fischer.**

Professor an der Universität zu Göttingen.

Mit 271 Holzstichen. gr. 8. geh. Preis 11,6 ℳ.

---

# Die menschlichen Abfallstoffe,

ihre praktische Beseitigung und landwirthschaftliche Verwerthung.

Von **Dr. Ferdinand Fischer,**

Professor an der Universität in Göttingen.

Mit Holzstichen. Royal-8. geh. Preis 4 ℳ.

---

**Technisch-thermochemische**

# Berechnungen zur Heizung

**insbesondere mit**

**gasförmigen Brennstoffen.**

Aufgaben mit ausführlichen Lösungen als Leitfaden für Praktiker und zur Uebung für Studirende

von **Dr. Alex. Naumann,**

Professor der Chemie und Director des chemischen Laboratoriums an der Universität Giessen.

gr. 4. geh. Preis 6 ℳ.

---

# Die Industrie der Explosivstoffe

von **Oscar Guttmann,**

Ingenieur-Chemiker in London.

Mit 327 Abbildungen. gr. 8. geh. Preis 30 ℳ.

(Zugleich als 54. Lieferung von Bolley-Engler's Handbuch der chemischen Technologie.)

**Handbuch der Sprengarbei**

von **Oscar Guttmann,**

Ingenieur-Chemiker in London.

Mit [illegible] Holzstichen und 2 Tafeln. gr. 8. Preis geh. 6 ℳ, geb. [illegible]

(Zugleich als 21. Lieferung von Bolley-Engler's Handbuch der chemisc[illegible] Technologie.)

---

**Ausgewählte Methoden**

der

**Analytischen Chem**

von **Prof. Dr. A. Classen,**

[illegible]

**Erster Band.** Unter Mitwirkung von

**H. Cloeren,**

Assistent am anorganischen Laboratorium.

Mit [illegible] Abbildungen u. einer Spectraltafel. gr. 8. Geb. in Lwd. Preis

---

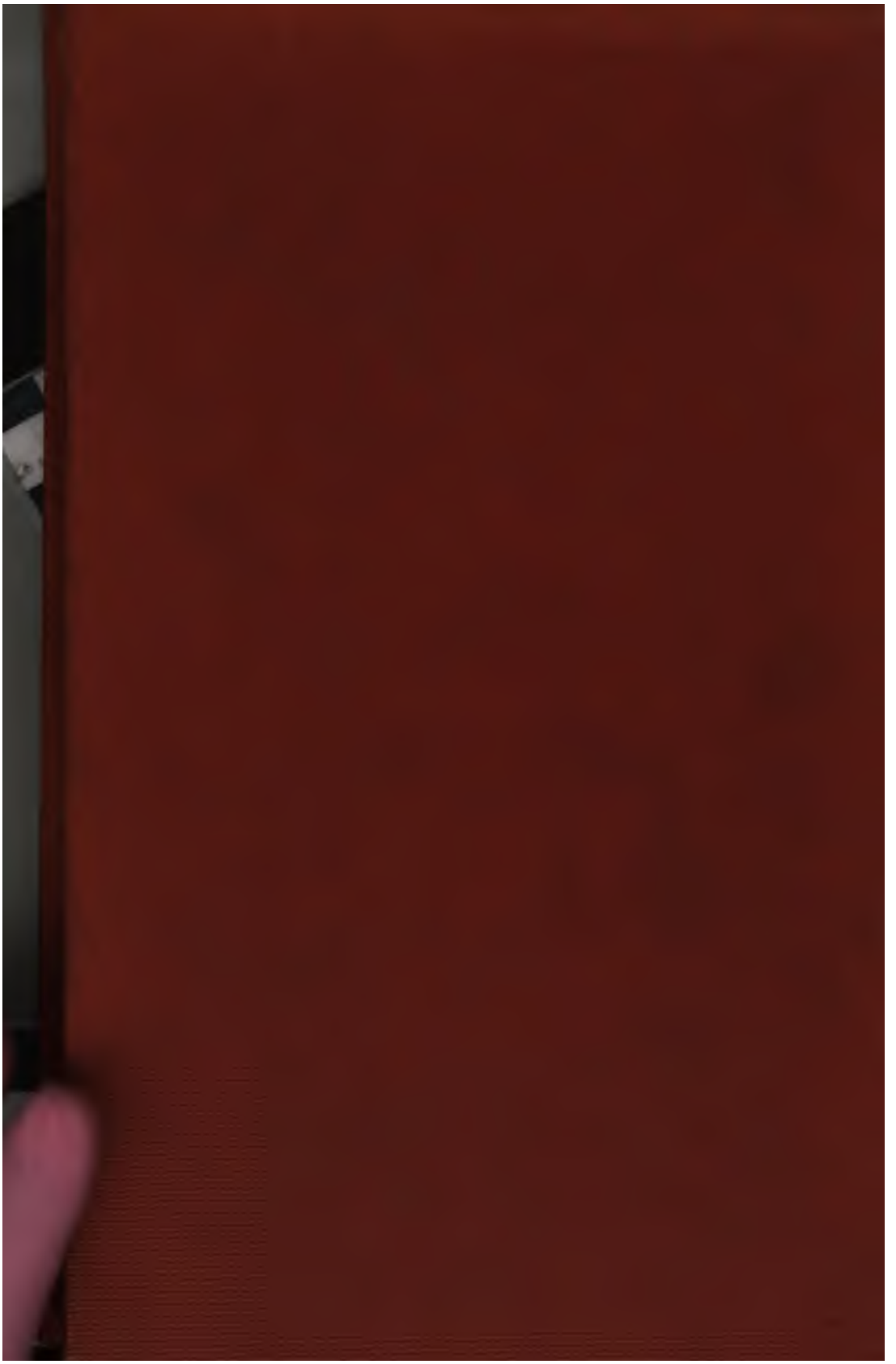
**Thermodynamik und Kinetik der Kör**

von **Prof. Dr. B. Weinstein.**

Erster Band. **Allgemeine Thermodynamik und Kinetik und Th der idealen und wirklichen Gase und Dämpfe.** Mit eingedr Abbildungen. gr. 8. geh. Preis 12 ℳ.

---

**Die Naphthene.**

**(Cyklische Polymethylene des Erdöls)**

und ihre Stellung zu anderen hydrösten cyklischen Kohlenwasser